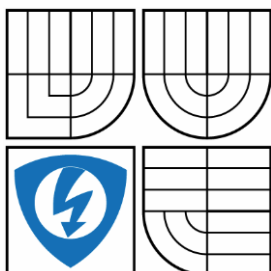


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

SBĚR DAT Z PLC DO SYSTÉMU MES

DATA COLLECTION FROM THE PLC TO THE MES SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ KÁRNÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2013



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Jiří Kárník

ID: 134517

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Sběr dat z PLC do systému MES

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je přenášet specifikovaná data z PLC do systému COMES. Zde data dlouhodobě archivovat a prezentovat formou protokolu. Jako systém MES bude použit systém COMES - produkt společnosti COMPAS s.r.o., Žďár nad Sázavou. Jádrem práce je řešení programu pro přenos dat z PLC do MES systému, budou popsány participující moduly systému COMES a způsoby předávání a archivace dat.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] MESA INTERNATIONAL. Manufacturing Enterprise Solutions Association International [online]. 2012. Dostupné z: <http://www.mesa.org>
- [2] MES. COMPAS S.R.O. COMPAS AUTOMATIZACE CZ [online]. Žďár nad Sázavou, 2012. Dostupné z: <http://www.compas.cz>
- [3] Norma ISA S95 – dodavatelé se zajímají, uživatelé tápou. Automa: časopis pro automatizační techniku [online]. Praha: FCC Public, 2002.
- [4] Manufacturing Execution System MES: respond in real time - Siemens. SIEMENS AG. Siemens Global Website [online]. 1996-2012. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com>
- [5] MES Components - Manufacturing Execution System Siemens. SIEMENS AG. Siemens Global Website [online]. 1996-2012. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com>

Termín zadání: 11.2.2013

Termín odevzdání: 27.5.2013

Vedoucí práce: Ing. Jan Pásek, CSc.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

Abstrakt

Tato práce se zabývá popisem funkce MES systémů, konkrétně systému COMES od firmy COMPAS. Práce se soustředí zejména na přenos a archivaci dat z průmyslových řídicích systémů.

Klíčová slova

MES, výrobní informační systém, COMES, řídicí systém, přenos dat, archivace dat

Abstract

This thesis describes functions of MES systems, specifically the system COMES from the COMPAS company. The thesis is focused on the transfer and archivation of data from industrial control systems.

Keywords

MES, manufacturing execution system, COMES, control system, data transfer, data archivation

Bibliografická citace:

KÁRNÍK, J. *Sběr dat z PLC do systému MES*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 54s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pásek, CSc.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Sběr dat z PLC do systému MES jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **20. května 2013**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Páskovi, CSc. a konzultantovi Ing. Aleši Stehnovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: **20. května 2013**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	11
2	Funkční oblasti MES systémů dle MESA INTERNATIONAL	13
2.1	Plánování a trasování výroby	13
2.2	Dispečerské řízení výroby	13
2.3	Operativní plánování	13
2.4	Řízení procesu	13
2.5	Řízení a přidělování zdrojů	13
2.6	Řízení pracovních sil	14
2.7	Řízení kvality	14
2.8	Sběr a archivace dat	14
2.9	Analýzy výkonnosti	14
2.10	Řízení údržby	14
2.11	Správa dokumentace	14
3	Často používané MES systémy	15
3.1	SIMATIC IT MES	15
3.2	WONDERWARE MES/ PERFORMANCE SOFTWARE	16
3.3	MES HYDRA	18
3.4	MES PHARIS	18
3.4.1	Hlavní funkčnosti pro farmaceutickou a chemickou výrobu	19
3.4.2	Hlavní funkčnosti při zpracování a výrobě plastů	19
3.4.3	Hlavní funkčnosti v kovoobrábění	19
4	Systém COMES	20
4.1	Architektura systému	20
4.2	Moduly systému COMES	21
4.2.1	Modul COMES Logon	22
4.2.2	Modul COMES CCI	23
4.2.3	COMES Historian	26
4.2.4	COMES Modeller	27
4.2.5	COMES Batch	29
5	Realizace aplikace	30
5.1	Popis funkce aplikace	30
5.2	Prostředí Wonderware InTouch	31
5.3	Sběr dat	32

5.3.1	Konfigurace taglistu	32
5.3.2	Přenos dat do COMES Historian	33
5.3.3	Přenos dat do COMES Modeller.....	34
5.4	Prostředí aplikace	35
5.4.1	Menu	35
5.4.2	Trendy	36
5.4.3	Alarmy	38
5.4.4	Vizualizace a protokoly.....	40
5.5	Zálohování dat.....	41
5.5.1	Dlouhodobá záloha pomocí COMES Logon	41
5.5.2	Záloha pomocí COMES Modeller	42
5.6	Skripty a formuláře	44
5.6.1	Uživatelské účty	47
6	Závěr.....	49
	Literatura.....	50

Seznam obrázků

Obr. 1: Zařazení MES systémů mezi typy systémů užívané v průmyslu.....	12
Obr. 2: Příklad rozhraní systému od firmy Siemens [11]	16
Obr. 3: Příklad uživatelského rozhraní systému společnosti Wonderware [13]	17
Obr. 4: Blokové schéma systému COMES	21
Obr. 5: Volba konfigurace jednotlivých modulů systému COMES [22]	21
Obr. 6: Příklad hlavní obrazovky systému COMES [20].....	22
Obr. 7: Přihlašovací obrazovka klienta systému COMES (zprostředkovává modul COMES Logon) [22]	23
Obr. 8: Propojení systémů pro řízení procesů (PCS) a ekonomických informačních systémů pomocí modulu CCI systému COMES	24
Obr. 9: Schéma komunikace pomocí modulu CCI	25
Obr. 10: Vzhled oken programu CCI VAT [24]	26
Obr. 11: Příklad vzhledu reportu [20]	27
Obr. 12: Schéma komunikace a zpracování dat modulu COMES Modeller.....	29
Obr. 13: Schéma pracoviště obsluhovaného jedním PLC.....	30
Obr. 14: Zapojení pracoviště v laboratoři	31
Obr. 15: Aplikace v prostředí Wonderware InTouch, přes kterou je realizována vizualizace a ovládána technologie.....	32
Obr. 16: Konfigurace zdroje tagů.....	33
Obr. 17: Konfigurace vzorkovací skupiny	34
Obr. 18: Nastavení vzorkovací periody (skupiny) jednotlivých tagů	34
Obr. 19: Vytvoření a nastavení události generované tagem z modulu CCI	35
Obr. 20: Možnosti menu	36
Obr. 21: Příklad trendu v modulu COMES Historian pro tuto aplikaci.....	37
Obr. 22: Data, která byla exportována z trendu na.....	37
Obr. 23: Okno pro nastavení exportu dat z trendu	37
Obr. 24: Zobrazení alarmů v aplikaci	39
Obr. 25: Výpis vypočtených dat z pracoviště	40
Obr. 26: Vizualizace pracoviště	41
Obr. 27: Konfigurace dlouhodobého zálohování dat	41
Obr. 28: Výpis dat z pracoviště vyexportovaný do PDF.....	42
Obr. 29: Soupis formulářů vyexportovaných do PDF.....	43
Obr. 30: Data z pracovišť uložená v databázi. Ukládání probíhá souběžně s exportem do PDF	43

Obr. 31: Seznam skriptů, které je možné vytvořit v editoru skriptů	44
Obr. 32: Editor skriptů	45
Obr. 33: Strukturovaný datový typ Pracoviste.	45
Obr. 34: Formulář pro vytvoření časovače.	46
Obr. 35: Skript pro tisk PDF v okně editoru skriptů	47
Obr. 36: Obrazovka prohlížení logu.....	47
Obr. 37: Přehled přístupu ke stránkám pro skupiny uživatelů	48
Obr. 38: Nastavení časového oprávnění.....	48

1 ÚVOD

Sběr dat z výroby byl již od počátku tvorby sériové výroby důležitým procesem, který od svého počátku doznal obrovského vývoje. Už od začátku průmyslové výroby bylo nutné sbírat a vyhodnocovat data, která následně sloužila jako podklad pro další fáze výroby produktů, nebo pro vylepšení stávajících postupů. Na počátku sériové výroby nebylo možné data sbírat pomocí elektronických systémů, které v té době neexistovaly. Sběr dat z výroby byl závislý na lidském faktoru a data byla tedy často chybná a kvalita výroby byla velice nestálá. S rozvojem elektroniky nastal pokrok v řízení výroby vyvinutím průmyslových řídicích systémů. Pomocí programovatelných logických automatů (PLC) bylo prováděno prvotní zpracování dat z technologie a následně využito pro řízení dané technologie. S těmito daty však pracoval pouze vlastní řídicí systém, který mohl vybraná data zobrazit na jednoduchých zobrazovacích prvcích, nebo například pomocí kontrolky a akustických upozornění. Šlo o naplnění anglosaského sloganu „SEE AND CONTROL“, který lze parafrázovat slovy „můžu řídit jen to, co vidím. Nákladně pořízená technologická data byla izolovaná a uzavřena v řídicím systému a bylo velice obtížné použít je pro jiné účely, než pro řízení technologie, ke kterému byl konkrétní řídicí systém vytvořen. Již od počátku byla potřeba tyto data určitým způsobem centrálně spravovat, a proto postupem času byly vyvinuty systémy SCADA/HMI. Tyto systémy umožnily operátorovi obsluhujícímu konkrétní výrobní proces, sledovat stav více technologických prvků z operátorského pracoviště centrálně. Díky těmto informacím mohl operátor mnohem lépe kontrolovat a ovládat daný proces, což urychlovalo a zefektivnilo řízení výrobního procesu a pomohlo snížit vliv lidského faktoru na výrobu a tedy více stabilizovat kvalitu a množství vyráběného produktu. Stále však nebylo možné jednoduše využít data z technologie pro jiné účely, například pro objednávání materiálu pro výrobu, pro sledování kvality nebo pro kontrolu produktů v laboratořích, protože byly vzorky produktů z výroby opět předávány lidmi a data nebyla spravována centrálně. To opět způsobovalo vznik chyb, nepřesností, nebo zdržení výroby z důvodu nedostatku materiálu a další negativní vlivy způsobující zhoršení výsledků výroby. Díky vývoji technologie Active X Controls byly postupem času některé z těchto požadavků implementovány do systémů SCADA. Posléze byly vyvinuty nadřazené řídicí systémy, které splňovaly tyto požadavky. Tyto systémy se nazývají Manufacturing Execution Systems.

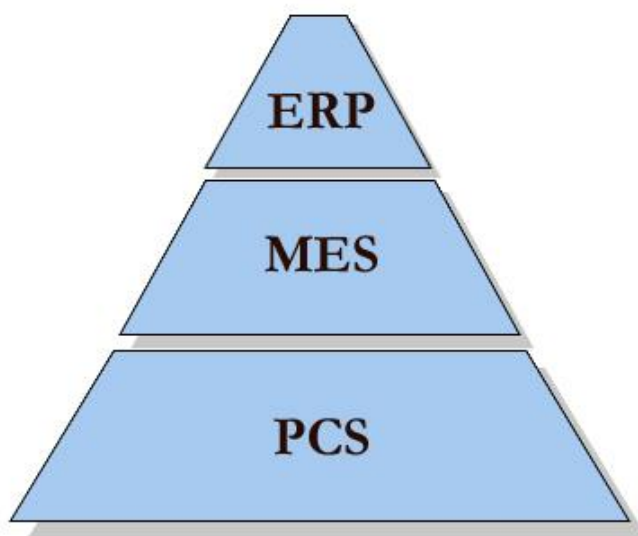
Manufacturing Execution Systems (MES), neboli výrobní informační systémy, jsou systémy, které se využívají pro operativní plánování a řízení výroby. Jak je patrné z Obr. 1, jsou spojovacím článkem mezi systémy pro řízení procesů (PCS) a ekonomickými informačními systémy (ERP).

Využívají se pro transparentní řízení výrobních procesů, optimalizaci výroby a skladů, sledování kvality, sběr a archivaci dat z výrobního procesu, podporu dosažení a udržení potřebné produktivity práce, garanci plnění termínů zakázek a automatizaci administrativních činností. Funkční oblasti těchto systémů popisuje definice MESA international.

Oproti systémům HMI/ SCADA umožňují nezávislý přístup od různých uživatelů (klientů) nejčastěji přes webové rozhraní, což je jejich největší výhodou. Data jsou tedy zpracovávána centrálně na serveru a je tedy umožněn přístup k datům z výroby jak operátorům a pracovníkům pracujícím na dané technologii, ale i vedení firmy, které tím může analyzovat efektivitu dané technologie i jednotlivých pracovníků, zajišťovat doplnění materiálu podle výroby a optimalizovat celý výrobní proces.

Na trhu lze najít mnoho zástupců tohoto typu průmyslových systémů. Mezi ně patří systémy od firem Wonderware, Siemens, ICS a UNIS (Stručný popis těchto systémů následuje v dalších kapitolách).

Tyto systémy jsou již vytvářeny jako celé platformy umožňující různé varianty integrování PCS, SCADA a MES, případně i ERP a dalších typů průmyslových systémů do jedné platformy. Z těchto produktů je patrný další vývoj systémů MES a ostatních typů průmyslových systémů v budoucnosti, tedy snaha o zjednodušení a zrychlení přístupu k datům z technologie a jejich zpracování a integraci více typů systémů užívaných v praxi do jedné komplexní platformy zajišťující vše potřebné. To opět vede ke zjednodušení a zefektivnění výroby a přináší i další výhody, například urychlení zaškolování pracovníků. Dalším zástupcem MES je český systém COMES od firmy COMPAS, na který je tato práce zaměřena, a který bude využit pro její vypracování. Tento systém bude rozebrán podrobně v dalších kapitolách této práce.



Obr. 1: Zařazení MES systémů mezi typy systémů užívané v průmyslu

2 FUNKČNÍ OBLASTI MES SYSTÉMŮ DLE MESA INTERNATIONAL

MESA international (Manufacturing enterprise solutions association international) je Globální komunita výrobců, producentů a představitelů průmyslu, kteří se zaměřují na zlepšení řízení provozuschopnosti prostřednictvím účinného uplatňování technologických řešení a osvědčených postupů.¹

2.1 Plánování a trasování výroby

Tato funkční oblast MES systému sleduje stav výroby a sbírá informace o pracovnících, materiálu používaném ve výrobě, výrobních podmínkách, alarmech a výjimkách pro daný výrobek. Díky tomu je možné sledovat pohyb jednotlivých komponent ve výrobě a jejich následné použití v produktech.

2.2 Dispečerské řízení výroby

Tato funkční oblast přiděluje zařízení, nebo pracovníkovi pracovní příkazy, nebo objednávky pro výrobu. Přidělování probíhá v určeném pořadí a množství a systém může provádět změny podle aktuální situace ve výrobě.

2.3 Operativní plánování

Tato funkční oblast určuje sekvence výrobních operací na základě technologických postupů výroby daného výrobku, výrobních pravidel, jeho vlastností a specifických charakteristik, priorit, příznaků a charakteristik. Plánování kontroluje vytížení výrobního zařízení, tak aby byly splněny zadané normy.

2.4 Řízení procesu

Tato funkční oblast monitoruje výrobní proces, dodává informace a data pro rozhodování operátorů, Provádí automatické korekce řízení a kontroluje limity procesů pro případné vyvolání alarmů.

2.5 Řízení a přidělování zdrojů

Tato funkční oblast je schopna přímého řízení a přidělování výrobních zdrojů potřebných pro výrobu. Mezi tyto zdroje patří například stroje, materiál, dokumenty a další. Může také obsahovat rezervaci zdrojů nutnou k dosažení naplánované výroby.

¹ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [1][2]

Kromě řízení a přidělování zdrojů zajišťuje správné nastavení zdrojů, kontrolu stavu jednotlivých zdrojů v reálném čase a zaznamenává historii použití zdrojů.

2.6 Řízení pracovních sil

Tato funkční oblast umožňuje na základě získaných dat a spoluprací s přidělováním zdrojů optimálně přiřazovat pracovníky pro jednotlivé činnosti, přičemž zaznamenává přítomnost jednotlivých pracovníků. Sleduje například přípravu materiálu a strojů z důvodu kalkulace nákladů dle činností.

2.7 Řízení kvality

Tato funkční oblast umožňuje analyzovat data z výroby v reálném čase a na základě těchto analýz zajišťuje řízení kvality výroby a navrhuje akce nutné ke korekci odchylek.

2.8 Sběr a archivace dat

Tato funkční oblast umožňuje sběr a archivaci dat z výroby a je schopna podávat aktuální informace o stavu technologie a výroby.

2.9 Analýzy výkonnosti

Tato funkční oblast umožňuje protokolování výsledků výroby a porovnání s požadovanými daty, nebo daty naměřenými v historii. Výsledkem těchto porovnání jsou údaje o dostupnosti a využití zdrojů, časy výrobních cyklů, výkonnost vztaženou ke standardům a shody s plány výroby.

2.10 Řízení údržby

Tato funkční oblast zajišťuje technický stav nástrojů a zařízení. Je schopna reagovat na okamžitý problém a umí plánovat preventivní prohlídky technologie. Problémy a události jsou archivovány pro případné další řešení problémů.

2.11 Správa dokumentace

Tato funkční oblast umožňuje spravovat záznamy a formuláře a jejich předání na úroveň řízení. Patří sem správa pracovních instrukcí, receptur, programů, schémat, standartních operačních postupů, záznamů o výrobních dávkách, poznámek o inženýrských změnách, záznamů z komunikace mezi jednotlivými směny a volitelně také předpisy důležité pro výrobu (bezpečnost práce, životní prostředí, regule FDA, ISO).

3 ČASTO POUŽÍVANÉ MES SYSTÉMY

V této kapitole budou rozebrány některé MES systémy využívané v praxi. Systém COMES bude rozebrán podrobně v dalších kapitolách.

3.1 SIMATIC IT MES

Systém společnosti Siemens s názvem Simatic IT MES je výrobní informační systém odpovídající normě ISA S95 (tato norma definuje terminologii a soustavu pojmů a modelů pro integraci řídicích a informačních systémů výrobního podniku)². Je složen z několika komponent, které lze využívat samostatně, nebo jako součást Simatic IT Suites. Mezi jeho komponenty patří SIMATIC IT Historik, SIMATIC IT Interspec, SIMATIC IT Unilab, SIMATIC IT UniCam a XFP MES.

SIMATIC IT Historik slouží k shromažďování, archivování a manipulaci s daty z různých datových zdrojů. Data může graficky zobrazovat. Při odchylce od očekávaných hodnot může provést předvolenou akci.

SIMATIC IT Interspec je komponenta spravující specifikace produktů (suroviny, meziprodukty, obalové materiály apod.). Všecky tyto specifikace ukládá do jednoho datového úložiště. Tato komponenta podporuje integraci do dalších systémů - ERP, SCM (systém určený k řízení dodavatelského řetězce), PLM (správa životního cyklu výrobku) a LIMS (laboratorní informační systém). Komponenta je přístupná z webového rozhraní.

SIMATIC IT Unilab je LIMS komponenta a slouží ke správě dat a operací v laboratoři a na výrobní lince. Podporuje hlavní normy jakosti (GLP, GAMP, ISO9001:2000, ISA 17025 a 21CFR Part11). Stejně jako SIMATIC IT Interspec jej lze integrovat do dalších typů systémů (ERP, PLM).

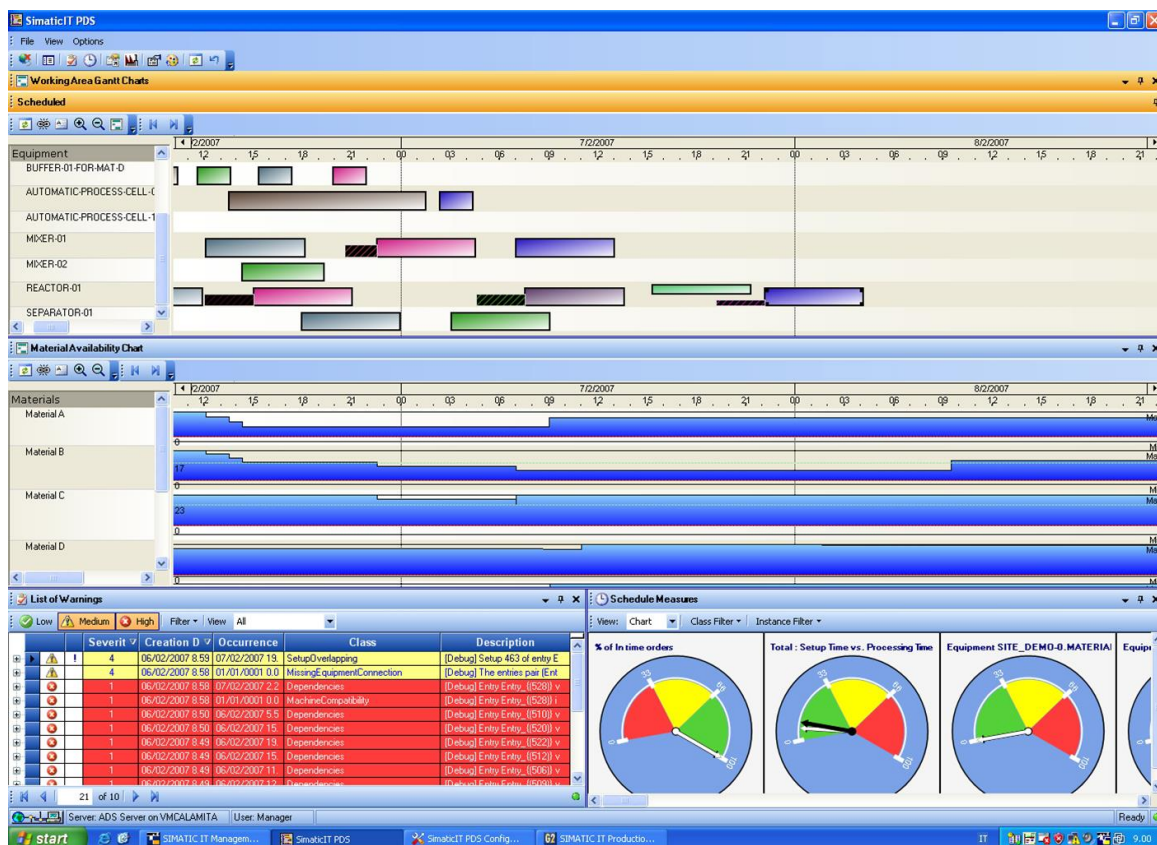
SIMATIC IT UniCam je komponenta určená pro výrobce elektroniky. Je určena ke kompletní správě výroby elektronických zařízení (plošných spojů).

Komponenta XFP MES slouží pro optimalizaci výrobních procesů ve farmaceutickém průmyslu a k zajištění dodržování právních předpisů ve výrobě.

K systému je možné připojit další komponenty, díky kterým vznikne systém zahrnující funkčnosti PCS, MES, ERP a dalších specializovaných systémů.

Příklad rozhraní systému SIMATIC IT je na Obr. 2, na kterém můžeme vidět rozložení jednotlivých prvků po celé obrazovce tak, aby byly dostupné pro obsluhu. Jak je z obrázku patrné, lze zobrazit různá data z výroby, jako je sledování strojů a dalších zdrojů, materiálu, ale také upozornění na nestandardní dění v technologii.

² Tato kapitola čerpá ze zdrojů [3], [4], [5], [6], [7], [8] a [9]



Obr. 2: Příklad rozhraní systému od firmy Siemens [11]

3.2 WONDERWARE MES/ PERFORMANCE SOFTWARE

Společnost Wonderware je vedoucí světový výrobce softwaru pro průmyslové automatizační a informační aplikace³. Tento výrobce například jako první uvedl na trh systém typu SCADA.

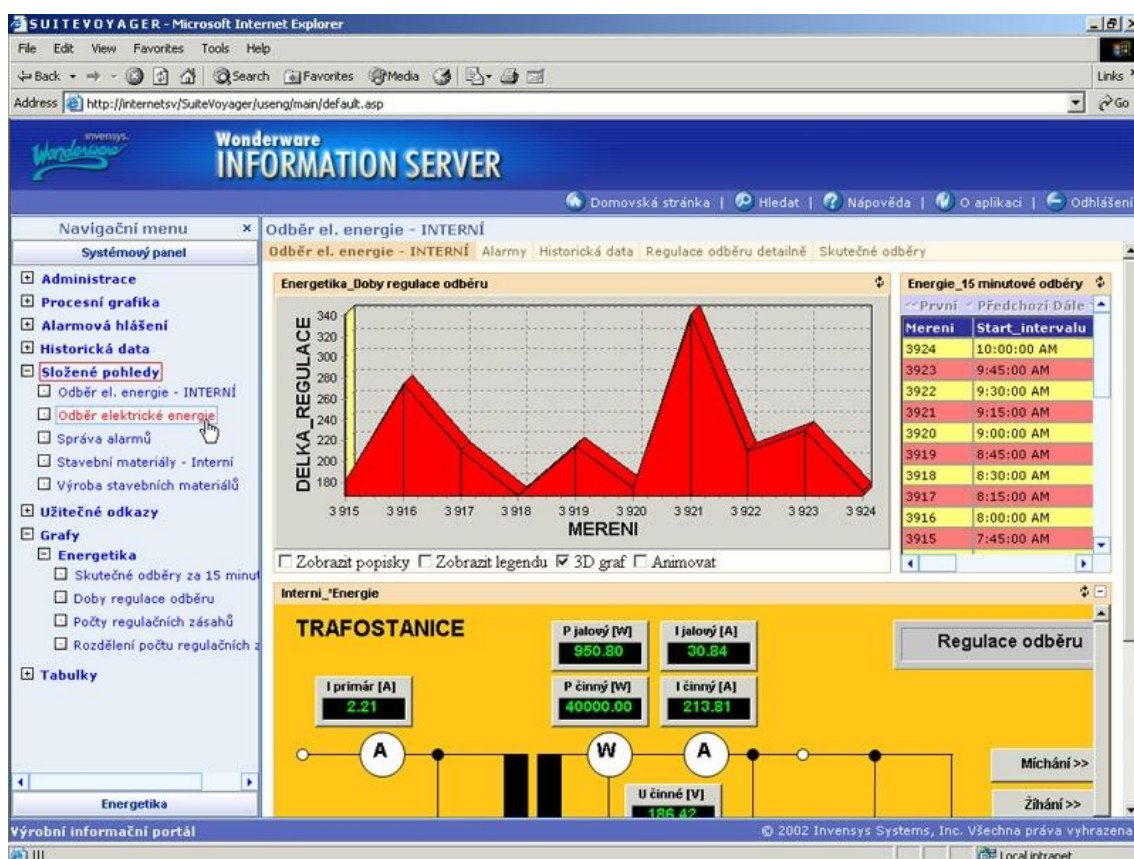
Systém společnosti Wonderware používá platformu Wonderware System Platform, což je objektově orientovaná platforma určená přímo pro průmyslové automatizační a informační aplikace typu HMI/SCADA a MES podporující dědičnost prvků. Základem jsou 4 serverové produkty – Wonderware Application Server, Wonderware Historian Server, Wonderware Information Server a komunikační servery. Přistupovat k informacím lze pomocí aplikací Wonderware InTouch, Wonderware Historian Client, Microsoft Internet Explorer a aplikací sady Microsoft Office. Dále lze tuto platformu rozšířit o další produkty pro komunikaci s řídicími systémy, předáváním dat na internet, SCADA, Wonderware MES/ Operations Software, Wonderware MES/ Performance Software a další. Poslední dva jmenované produkty slouží pro realizaci funkcí MES.

³ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [10], [11] a [12]

Operations software slouží k zajištění dodržování správných výrobních postupů a k udržení stálé vysoké kvality produktů.

Performance software slouží k určení výrobních ztrát způsobených neefektivním využíváním výrobního zařízení.

V systému jsou předdefinované objekty sloužící ke grafickému znázornění dat. Systém může být propojen s ERP systémy. Díky objektovému výrobnímu modelu lze vytvořit přehlednou aplikaci a díky dědičnosti lze minimalizovat možnost chyb a zkrátit čas pro tvorbu aplikace. Systém lze propojovat s novými i stávajícími řídicími systémy od různých výrobců. Díky této struktuře systému lze vytvořit jednotný systém umožňující komplexní ovládání dané technologie od nejnižší úrovně ovládání až po funkčnosti ERP systémů. Jak je patrné z Obr. 3, rozhraní systému Wonderware MES se od systému firmy siemens liší v uživatelském rozhraní. Opět je možné zobrazit v jednom okně různá data (v případě Obr. 3 data z regulace a vizualizace trafostanice), ale provedení uživatelského rozhraní se liší, například rozdílným menu.



Obr. 3: Příklad uživatelského rozhraní systému společnosti Wonderware [13]

3.3 MES HYDRA

Tento výrobní informační systém je produktem firmy ICZ a.s.⁴. Využívá se v mnoha odvětvích průmyslu - ve strojírenském, automobilovém, elektrotechnickém, potravinářském, nábytkářském, tiskařském, ve výrobě strojů, zpracování plastů a zařízení a v přesné mechanice a optice.

Skládá se z 18 základních modulů, ze kterých lze sestavit systém podle potřeb koncového uživatele s možností dalšího rozvoje. Pro integraci do stávajícího prostředí zákazníka jsou v systému certifikovaná rozhraní pro napojení na nejpoužívanější systémy ERP, plánovací systémy, systémy pro údržbu a další. Umožňuje správu materiálu, zdrojů, poruch na technologii, NC programů a nástrojů. Řízení lidských zdrojů umožňuje plánovat směny a personální zdroje, sledovat výkonnost pracovníků, kontrolovat přístup v objektech. Pro řízení kvality lze využít systém HYDACAQ, který lze využívat samostatně, nebo integrovaný mezi ostatní moduly. Umožňuje plánovat kontrolu výrobků, zjednodušuje reklamace výrobků, pomáhá při výběru a hodnocení dodavatelů a umožňuje efektivněji řídit měření jakosti. Hydra splňuje standardy asociace MESA international. Systém umožňuje individuální úpravy na přání zákazníka.

3.4 MES PHARIS

PHARIS je modulový informační systém vytvořený firmou UNIS a.s. používaný při kovoobrábění, lisování kovů, ve farmacii, chemii a petrochemii, při výrobě stavebních hmot, při výrobě plastů a v automobilovém průmyslu⁵.

Je možné jej propojit s jinými systémy (např. ERP) pomocí standardních komunikačních technologií. Díky otevřenosti systému je možné zakomponovat do systému i další systémy jiných výrobců. Pro komunikaci s nižšími vrstvami řízení využívá standardu OPC a umožňuje komunikovat rozhraním pro připojení významných světových výrobců (např. Siemens, Honeywell).

Data v systému mohou být zpracována analytickými nástroji pro hodnocení výroby a dlouhodobě archivována. Změny v systému a další vzájemné interakce mezi uživatelem a systémem jsou zaznamenávány do databáze. Systém umožňuje vytvářet elektronický provozní deník technologie, je schopen ukázat svůj přínos pro technologii, umožňuje identifikaci pomocí RFID, nebo čárových kódů. Je schopen kontrolovat pracovníky na pracovištích. K systému je možné se připojit přes mobilní operátorské terminály a data se mohou zobrazovat na připojené velkoplošné obrazovky. Přístup k systému je zajištěn přes webové rozhraní.

Systém splňuje standardy definované organizací MESA International, normy ISO/IEC 17799 (popisuje implementaci bezpečnostních opatření v informačních systémech), ANSI/ISA S88 (standardizuje řízení dávkových procesů), ISA 95.00.01-

⁴ Tato kapitola čerpá ze zdroje [29]

⁵ Tato kapitola čerpá ze zdroje [30]

2000 (popisuje struktury a vazby výrobních prostředí) a 21 CFR Part 11 (elektronické záznamy a podpisy).

Protože systém MES PHARIS patří u nás k nejrozšířenějším, uvedu několik oblastí jeho využití a výpis hlavních funkcí systému využívaných v těchto oblastech.

3.4.1 Hlavní funkce pro farmaceutickou a chemickou výrobu

Farmaceutický a chemický průmysl patří mezi tak zvané šaržové výrobní provozy. V těchto provozech jsou často využívány tyto funkce: příprava výroby, definice receptur, správa modelu technologie, detailní plánování výroby, tvorba výrobních příkazů, řízení a sledování rozpracované výroby, komunikace s výrobními zařízeními, událostní systém, alarmy, plánování údržby a validace výroby.

3.4.2 Hlavní funkce při zpracování a výrobě plastů

Pro tuto oblast průmyslové výroby patří mezi hlavní funkce systému MES PHARIS příprava výroby, správa technologických postupů, komunikace se vstřikovacími lisami, nahrávání výrobních programů, správa vstřikovacích forem, údržba, plánování zakázek, průvodce výrobním procesem a trendy technologických parametrů ze vstřikovacích lisů.

3.4.3 Hlavní funkce v kovoobrábění

V kovoobrábění je důležitá možnost napojení na CNC stroje, frézy a další obráběcí stroje, monitoring výrobních prostor, automatické nahrávání CNC programů do technologie, centrální úložiště CNC programů, průvodce výrobním procesem a plánování zakázek.

4 SYSTÉM COMES

Z přehledu MES systémů v předchozí kapitole je patrné, že velké automatizační firmy si uvědomují, jak důležité je nabízet systémy MES ve svém sortimentu pro udržení konkurenceschopnosti na trhu. Proto firma COMPAS s.r.o. vytvořila vlastní systém s názvem COMES.

Tento výrobní informační systém je ryze českým zástupcem MES systémů. Je koncipován jako modulární multijazykový systém⁶. Vychází z mezinárodních standardů MESA, INSI/ISA S95, ANSI/ISA S88. Systém je vyvíjen a testován v souladu s principy GEP (Good Engineering Practice), což je termín používaný pro ověření a uznávané inženýrské a technické činnosti zajišťující, aby společnost vyráběla produkty v požadované kvalitě dle očekávání a GAMP (Good Automated Manufacturing Practice), což je technická subkomise mezinárodní společnosti pro farmaceutické inženýrství (ISPE) a také soubor pokynů pro výrobce a uživatele automatizovaných systémů ve farmaceutickém průmyslu.

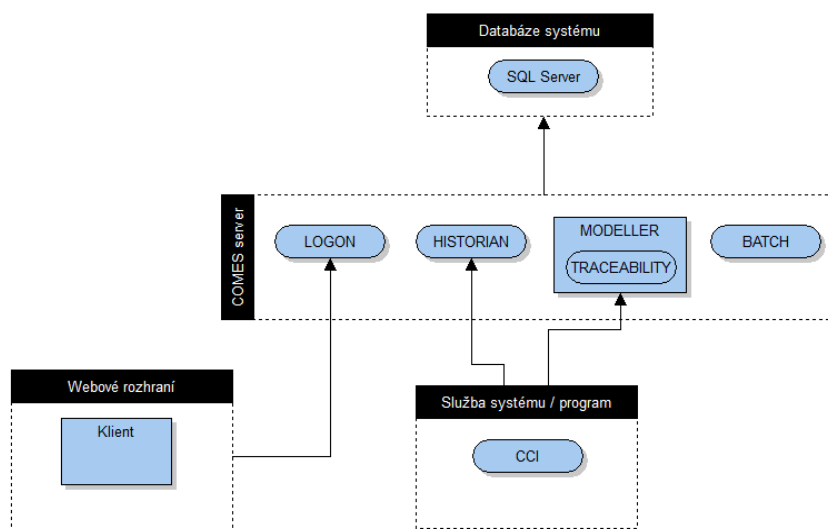
Systém COMES obsahuje 5 modulů – COMES Logon, COMES Historian, COMES Modeller, COMES Traceability, COMES Batch a COMES CCI. Každý z těchto modulů slouží k jinému účelu. Základním modulem je COMES Logon, který musí být nainstalován vždy a slouží ke správě a přihlašování uživatelů MES systému. Použití ostatních modulů je závislé na konkrétním použití. Modul COMES Historian slouží k dlouhodobé archivaci dat, modul COMES Modeller pro tvorbu uživatelských aplikací, modul COMES Traceability ke sledování a kontrole výroby a k vytváření rodokmenů o daném výrobku, a modul COMES Batch k řízení šaržových výrobních procesů. Systém umožňuje komunikaci s nadřazenými ERP systémy, například SAP. OR-CZ, Dimenze a další.

V tomto systému jsou využity technologie firmy Microsoft – Windows Server, SQL Server, IIS, Internet Explorer, .NET Framework, ASP. NET, C#. V této práci budou použity moduly COMES Logon, COMES Modeller, COMES Historian a COMES CCI, proto budou dále rozebrány podrobněji. Oproti systémům od firem Siemens a Wonderware neumožňuje tento systém přidávání dalších modulů, které nebyly přímo vytvořeny pro tento systém.

4.1 Architektura systému

Jak již bylo uvedeno, systém COMES je modulový výrobní informační systém (Obr. 4). Jednotlivé moduly jsou nainstalovány na serveru, případně rozmístěny na více serverech. K připojení klienta do systému se využívá internetového prohlížeče. Pro výměnu dat s jinými zařízeními se používá modul COMES CCI (COMES Communication Interface).

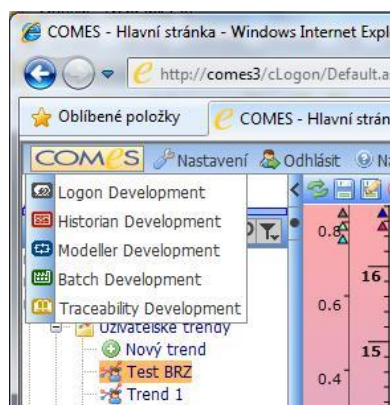
⁶ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [13], [14], [15], [16] a [17]



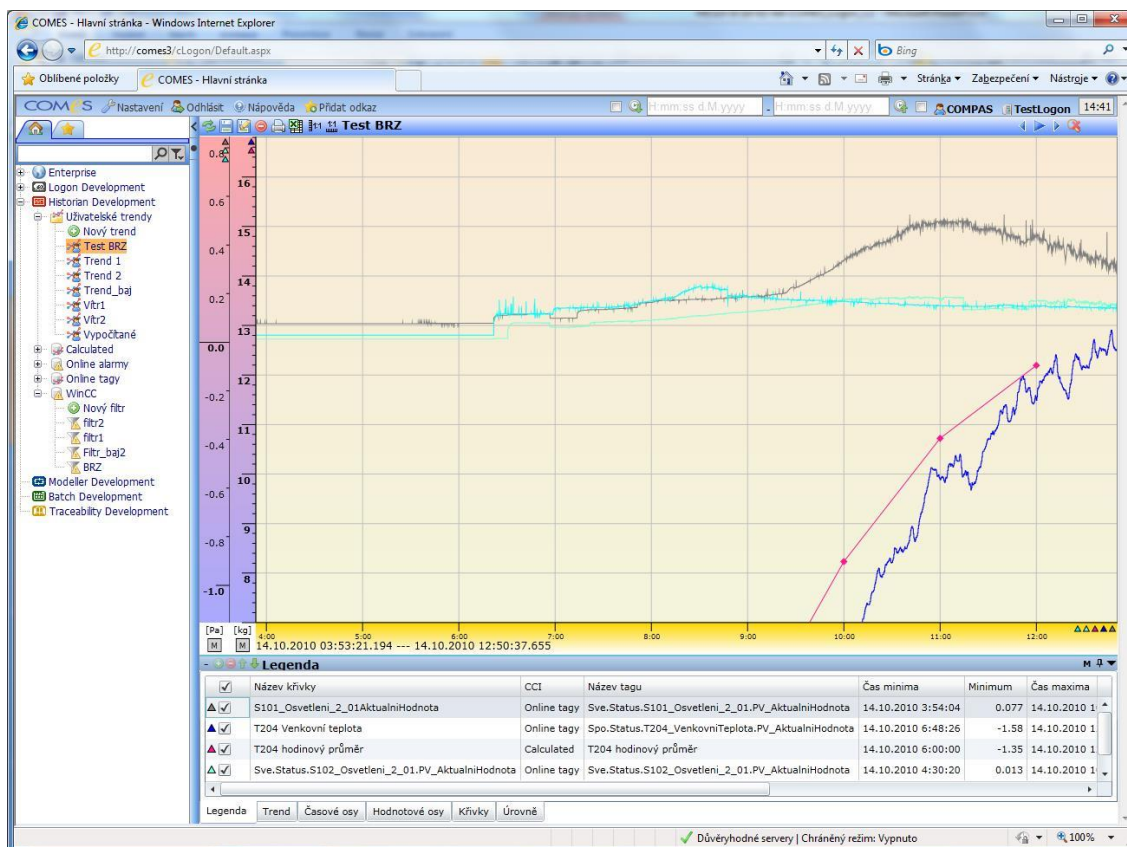
Obr. 4: Blokové schéma systému COMES

4.2 Moduly systému COMES

Každý modul v tomto systému má svoji specifickou funkci a proto je možné určit v závislosti na konkrétním použití, jaké moduly budou v daném případě nainstalovány. Rozdělení na moduly je patrné hlavně při konfiguraci (Obr. 5). Operátor má při obsluze k dispozici všechna data v jednom okně, případně pod záložkami v menu v levé části obrazovky (Obr. 6). V této práci jsou využity moduly COMES CCI, COMES Logon, COMES Historian a COMES Modeller a budou tedy popsány podrobněji.



Obr. 5: Volba konfigurace jednotlivých modulů systému COMES [22]

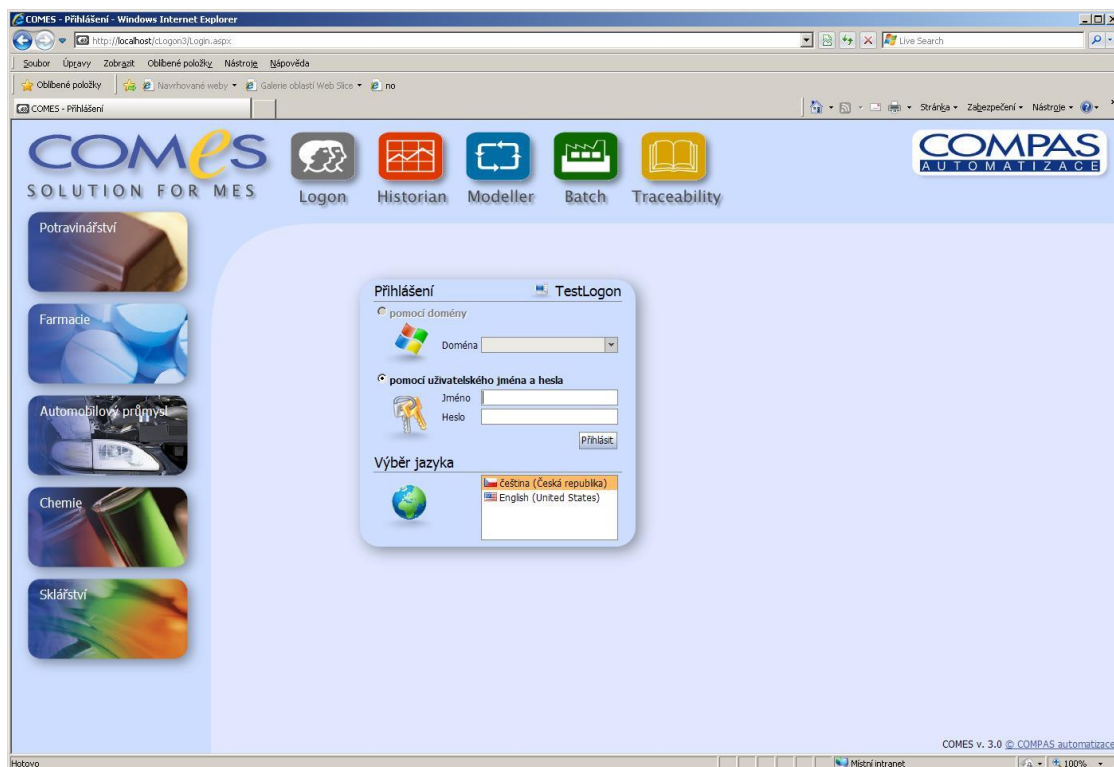


Obr. 6: Příklad hlavní obrazovky systému COMES [20]

4.2.1 Modul COMES Logon

Tento modul je základním modulem systému COMES, který musí být nainstalován vždy⁷. Zajišťuje autorizaci a správu uživatelů pro lokální a doménové účty (Obr. 7), Autorizační klienty pro externí autorizaci (WinCC, čipy). Definiuje model zařízení pro celý systém. Dále obsahuje diagnostiku modulů a správu událostí s možností zaslání hlášení na e-mail. Další vlastností je možnost centrální konfigurace uživatelů a skupin, centrální zálohování, společné číselníky výčtových typů, regulárních výrazů, vlastností materiálů, správy materiálů, měrných jednotek. V systému je možné nastavit oprávnění uživatelů v závislosti na čase. Modul umožňuje nastavit více jazykových verzí, případně aktualizovat jazykový obsah zobrazovaných zpráv, textových popisů a hlášení modulu – tuto funkci mají všechny moduly systému.

⁷ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [18] a [19]



Obr. 7: Přihlašovací obrazovka klienta systému COMES (zprostředkovává modul COMES Logon)

[22]

4.2.2 Modul COMES CCI

Tento modul zajišťuje komunikaci systému s úrovní řídicích systémů a také přímou výměnu dat mezi systémy pro řízení procesů (PCS) a ekonomickými informačními systémy (ERP)⁸. Umožňuje lokální ukládání dat při ztrátě spojení se serverem a tvorbu uživatelských skriptů (Obr. 8). Podporuje také řadu komunikačních protokolů, například OPC, WinCC, Profinet, UDP, S7 a další.

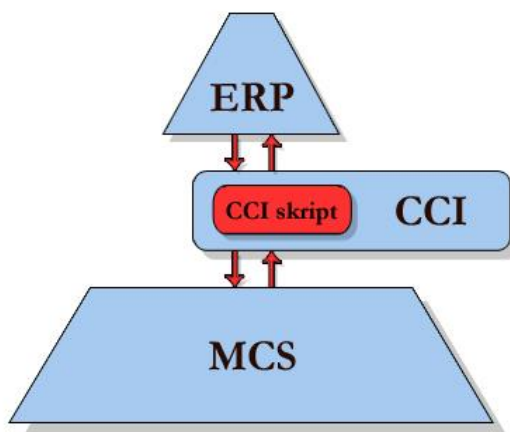
Modul CCI je tvořen knihovnou klienta a procesem serveru, který se k serveru připojuje pomocí protokolu TCP/IP. S tímto procesem komunikuje modul, který určuje typ komunikace a je přeložen jako .NET dll knihovna. Server dle konfigurace v souboru CCIServer.INI nahraje vždy jeden konkrétní modul určený pro čtení a zápis. Server může běžet redundantně na dvou počítačích. Klient je určen jednoznačně typem a jménem. Při připojení dalšího klienta se stejným jménem a typem je původní klient odpojen. Každý klient má na disku vytvořen adresář s konfigurací a může si registrovat sledování tagů a událostí, které jsou serverem sledovány i po odpojení klienta.

CCI server se může spouštět při startu PC jako služba, nebo může být spouštěn jako běžný program.

V tomto modulu je možné vytvořit skripty v C# – Loopcode, Client (pro vytvoření klienta – musí být vytvořen podadresář v datovém adresáři CCI serveru s názvem

⁸ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [17], [20] a [21]

klienta, ve kterém se vytvoří soubor client.xml) a Taglist (XML soubor pro konfiguraci tagů – je cyklicky jednou za minutu kontrolován CCI serverem a při změně je opět přečten).



Obr. 8: Propojení systémů pro řízení procesů (PCS) a ekonomických informačních systémů pomocí modulu CCI systému COMES

4.2.2.1 CCI Moduly

Modul CCI obsahuje další interní moduly, které slouží ke komunikaci s různými zařízeními (Obr. 9). Každý z těchto modulů má své jméno zakomponované v dll knihovně a pod tímto jménem má samostatnou sekci v souboru CCIServer.INI.

CCI modul může mít připojeny tyto předpřipravené moduly:

- OPCDA – slouží pro přenos a sledování tagů mezi systémem COMES a OPC serverem.
- WCCOLEDB – slouží pro čtení historických dat z WinCC prostřednictvím OLEDB
- BARCODE – slouží pro připojení čteček, tiskáren čárového kódu, sériových vah a digitálních vstupů a výstupů přes převodníky Moxa (RS232/ Ethernet).
- MOXAIO – slouží pro komunikaci s moxami iologik 2210,2212 a 2140.
- SIMULATION – slouží pro simulaci runtime tagů místo připojení k OPC. Hodnoty tagů jsou počítány skriptem psaným v C#.
- PCSMYSQL – slouží ke čtení historických dat z MySQL databáze Data Manageru. Databáze musí obsahovat drivery Data Manageru pro načítání dat z řídicích systémů SIMATIC PCS, případně musí být drivery doplněny.
- ControlWeb – slouží pro přenos a sledování tagů z programu Control Web.
- S7ETH – slouží k přímé komunikaci s PLC Siemens S7-1200,S7-300 a S7-400. Komunikace probíhá prostřednictvím rozhraní Ethernet, protokolu

TCP/IP portem 102. Lze komunikovat pouze s PLC s Ethernet rozhraním a přiděleným číslem v HW konfiguraci u S7 connection. Protože je tento modul použit při tvorbě této práce, bude dále rozebrán podrobně.

Modul S7ETH

Pro správnou funkci CCI serveru musí být v CCIServer.ini nastaveno kódování. Sekce modulu S7ETH se označí zápisem [S7ETH]. Pod vyznačením sekce musí následovat nastavení kódování zápisem Encoding = název kódování.

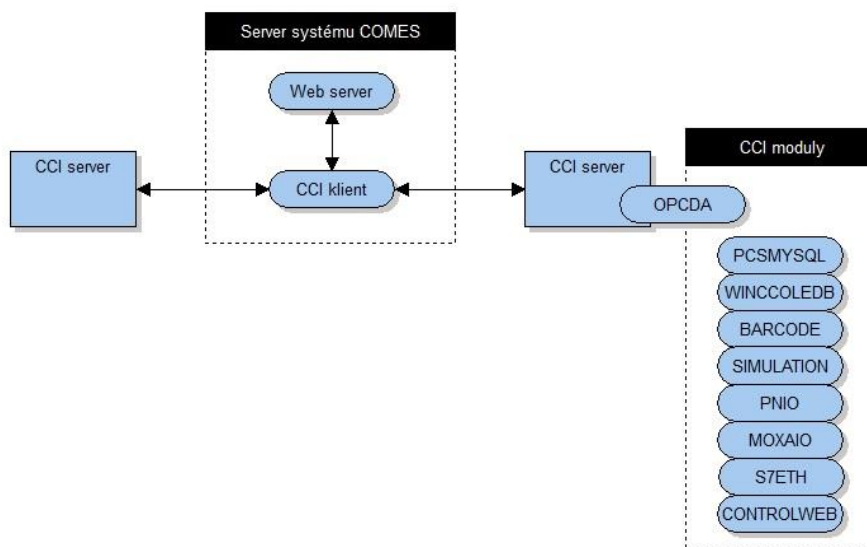
Konfigurace v taglistu

Modul podporuje definování více PLC v rámci jednoho modulu CCI.

Příklad konfigurace:

<PLC id="0" cpu="S7.300" addr="10.1.4.50:4.3.2">

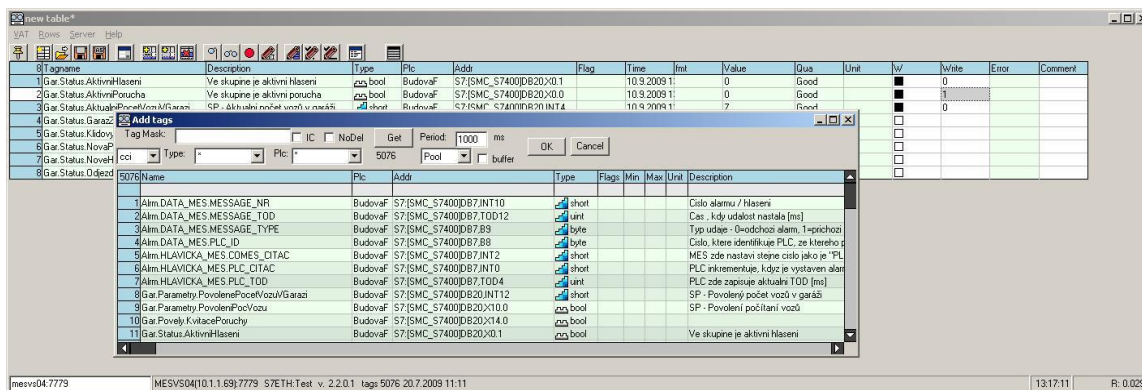
Atribut addr musí být vždy vyplněn. Definice označení je shodná s definicí na OPC serveru SIMATIC NET. Adresa v PLC je tvořena řetězcem, který udává zdroj dat, číslo zdroje dat, označení datového typu, číslo bytu, na kterém začíná datový typ. V případě datového typu string se za číslo bytu napíše tečka a číslo řetězce. V případě datového typu bit je za tečkou číslo bitu v uvedeném bytu.



Obr. 9: Schéma komunikace pomocí modulu CCI

4.2.2.2 CCI VAT

Program CCIVat slouží ke sledování a zapisování hodnot tagů (Obr. 10). V tomto programu lze nastavovat hodnoty tagů nezávisle na výpočtech. Podobnou funkci obsahuje například vývojové prostředí Step7 pod názvem VAT (variable table).



Obr. 10: Vzhled oken programu CCI VAT [24]

4.2.3 COMES Historian

Tento modul je určen pro sběr dat z modulu CCI, jejich dlouhodobou archivaci, prezentaci a analýzu⁹. Umožňuje vytvářet trendy, alarmy a hlášení, ukládat řetězcové proměnné, zobrazovat čísla šarže v trendu. Pomocí webové služby je schopen také zpracovávat data z modulu COMES Modeller a z aplikací třetích stran. Alarmy a hlášení jsou odesílány na SQL server systému a ukládání surových dat je prováděno na pevný disk PC, na kterém běží tento modul. Data jsou ukládána do souborů po měsících a je možné ukládat data cyklicky, například od určitého data s určitým časovým krokem.

4.2.3.1 Práce s trendy

Modul umožňuje přebarvování křivek dle nadefinovaných hodnot, možnost zobrazení více časových a hodnotových os, zvýraznění vzorků v trendu, záměrné kříže pro odčítání hodnot a rozdílu hodnot v trendu, nastavení úrovní, možnost interpolovaného, nebo schodovitého zobrazení křivek. Je možné provádět výpočty s uloženými daty, nastavovat časová oprávnění, exportovat surová i převzorkovaná data (do formátu csv), tisknout do PDF.

4.2.3.2 Práce s alarmy

Modul obsahuje nástroje pro vytvoření nových zdrojů alarmů, zobrazení seznamu alarmů, definici 2 úrovní filtrů pro zobrazení alarmů (Obr. 24), nastavení tabulek barev pro text a pozadí pro zobrazení alarmů v závislosti na definovaných hodnotách, export dat do formátu csv a tisk do formátu PDF.

4.2.3.3 Tagy

Pro tvorbu trendů je nutné nadefinovat tagy. Vytvořené databáze tagů se nazývají zdroje tagů. Z těchto databází lze data zobrazovat uživatelům. Zdroje tagů lze vytvářet interní

⁹ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [16], [17], [22] a [23]

a externí (z modulu CCI). Externí jen za podmínky, že je v modulu COMES Logon zaregistrován CCI server, který není dosud připojen k žádnému zdroji tagů a musí být funkční komunikace mezi tímto CCI serverem a modulem COMES Historian. Pro nastavení periody vzorkování slouží vzorkovací skupiny. Každá vzorkovací skupina má jinou periodu vzorkování. Jednotlivé tagy se přiřadí vzorkovací skupině v okně vzorkování tagů.

4.2.3.4 Skripty

Modul COMES Historian umožňuje vytváření skriptů v C# pomocí formuláře Konfigurace skriptů. Tyto skripty slouží pro matematické výpočty s hodnotami tagů. Výpočty lze provádět buď v jednom časovém okamžiku, nebo v zadaném časovém intervalu.

4.2.4 COMES Modeller

Tento modul slouží pro vytváření zákaznických aplikací, tvorbu přehledové vizualizace a operátorských terminálů, reportů z dat uložených v systému (Obr. 11), nebo v externích systémech, tvorbu různých typů grafů a výpočty efektivity výroby a klíčových výrobních ukazatelů¹⁰.

Umožňuje vytvoření vícejazyčných textů pro reporty a hlášení modulů systému, tvorbu skriptů, rodokmenů výrobků a komunikaci s externími zdroji, tvorbu tabulek s daty a nastavení práv přístupu různých skupin do jednotlivých částí konfigurace modulu.

</

Obr. 11: Příklad vzhledu reportu [20]

¹⁰ Tato kapitola čerpá ze zdrojů [16], [17], [24], [25] a [26]

4.2.4.1 Aplikační texty

V modulu lze vytvářet vícejazyčné texty. Nastavení těchto textů se dělí do 4 skupin na texty formulářů, aspx stránek, animací globální texty. Globální texty se dále dělí podle identifikátorů. Ostatní skupiny určují texty pro konkrétní typy objektů. Ke všem těmto skupinám lze vytvořit jen texty v jazycích nainstalovaných v systému COMES.

4.2.4.2 Editor skriptů

V editoru skriptů umožňuje tvorbu skriptů v jazyce C# a SQL příkazů a tvorbu zobrazení jejich výstupů pomocí HTML kódu.

4.2.4.3 Grafy

Modul umožňuje vytvářet grafy z dostupných dat. Data pro tvorbu mohou pocházet přímo z modulu COMES, z modulu COMES Historian, nebo externích zdrojů. Při tvorbě je možné volit mezi sloupcovými, spojnicovými, koláčovými, kruhovými, finančními, Ganttovými diagramy, histogramy a kombinovanými grafy s možností konfigurace křivek uživatelem.

4.2.4.4 Sledování výroby

Tuto funkční oblast obstarává modul COMES Traceability, který je součástí modulu COMES Modeller. Slouží k vytváření rodokmenů produktů, správě materiálu a receptur a umožňuje online kontrolu stavu materiálů ve sledované technologii. V minulých verzích byla tato funkce rovnocenným modulem s ostatními moduly systému.

4.2.4.5 Časovače

Časovače slouží pro automatické spouštění operací, nebo provádění úkolů určených uživatelem. Při vytváření a editaci časovače je možné nastavit po jakém čase se bude daný časovač spouštět (interval spouštění), v jakém čase se bude spouštět (čas spuštění, např.: pro nastavení 15 minut a interval spouštění 1 hodina bude časovač spouštět ve 0:15, 1:15 atd.), možnost spouštění podle koordinovaného světového času (UTC) namísto lokálního, spouštění skriptů s nízkou prioritou (jen pokud není hardware zaneprázdněn), možnost zpětného spuštění časovačů (v případě, že není umožněno v nastaveném čase z nějakého důvodu spuštění časovače, spustí se časovač až to podmínky dovolí), upravení práv spouštěných událostí pomocí uživatelského jména a hesla, povolení, nebo zakázání časovače.

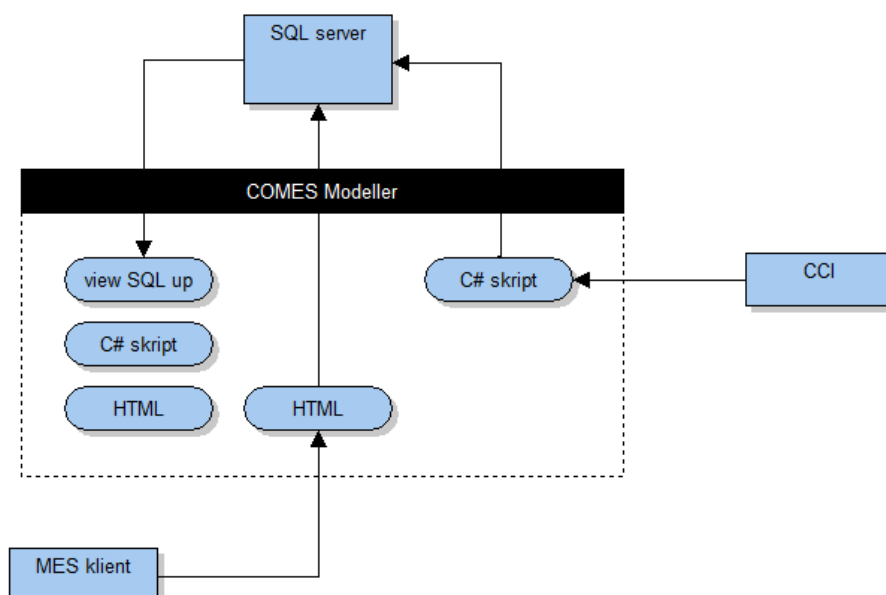
4.2.4.6 komunikace s modulem CCI

Další možností modulu COMES Modeller je přijímání dat z výroby nastavením a přidáváním CCI serverů (Obr. 12). K nim je možné vytvářet události, které budou navázány na konkrétní CCI server. U těchto událostí je třeba nastavit, zda bude událost vyvolána na náběžnou, nebo sestupnou hranu signálu, zda bude použita maska a nastavit její hodnotu, nastavit rozsah pro generovací tagy, počáteční hodnotu (pokud

pod tuto hodnotu klesne hodnota konkrétního tagu, vyvolá se událost) a koncovou hodnotu (pokud tuto hodnotu přesáhne hodnota konkrétního tagu, vyvolá se událost).

4.2.4.7 Kontrola změn modulu

Pro zaznamenávání všech změn v tomto modulu je zde funkce Audit trail. Tato funkce umožňuje zobrazit všechny provedené změny. Záznamy nelze upravovat, ani mazat.



Obr. 12: Schéma komunikace a zpracování dat modulu COMES Modeller

4.2.5 COMES Batch

Tento modul zajišťuje řízení dávkových výrobních procesů. Je schopen spravovat fáze procesu, operace v procesu, receptury a předpisy¹¹. Umožňuje plánování výrobních dávek, řízení průběhu výrobní dávky, ukládání a prohlížení výrobní dávky a tisk protokolu.

¹¹ Tato kapitola čerpá ze zdroje [17]

5 REALIZACE APLIKACE

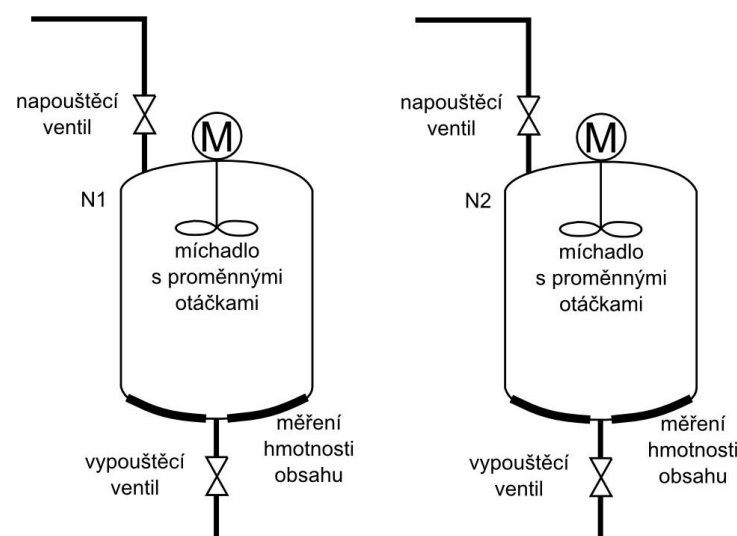
Úkolem této práce bylo přenášet specifikovaná data z PLC do systému COMES. Zde data dlouhodobě archivovat a prezentovat formou protokolu. Z toho plyne, že jádrem mé práce je řešení programu pro přenos dat z PLC do MES systému.

Pro realizaci zadání byla použita data z příkladu určeného pro výuku ve cvičeních předmětu MAUP vyučovaného na fakultě elektrotechnické VUT v Brně. Program v PLC, ani vizualizace v prostředí Wonderware InTouch nebyly měněny. Aplikace v systému COMES byla konfigurována celá od začátku, pouze taglist byl převzat ze školního programu a upraven pro potřeby této aplikace s tím, že byly ponechány některé proměnné, které by mohly být při budoucích úpravách aplikace potřebné.

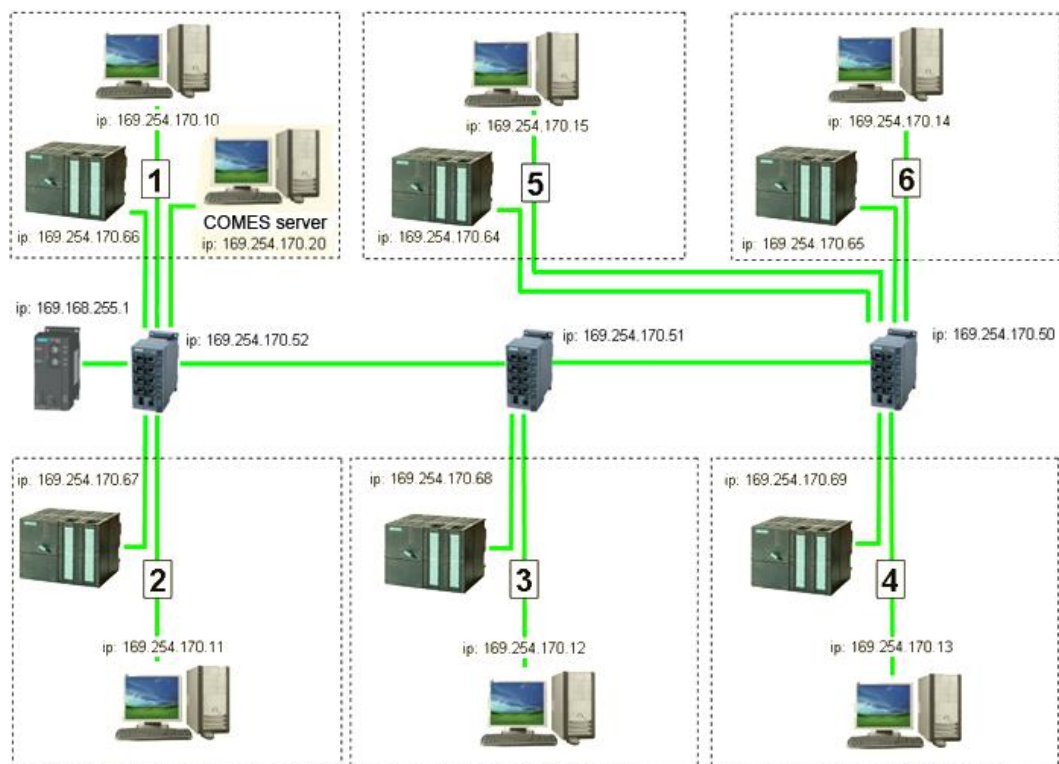
5.1 Popis funkce aplikace

Tento příklad je založen na řízení dvou nádrží, jejichž obsah se pomocí programu v PLC a ovládání pomocí SCADA systému Wonderware InTouch napouští, mixuje a vypouští (Obr. 13). Data z 6 stejných pracovišť (použité moduly sestavy: PLC Simatic S7-300, CPU 315F-2 DP, komunikační karta CP343-1 Advanced) jsou přenášena do systému COMES, ve kterém jsou dále zpracována.

Do systému je přes Ethernet z každého pracoviště přenášen stav všech ventilů, rychlost a hlášení spuštění míchadel a hodnota snímačů váhy. Dále jsou vytvořeny signály revize pracoviště a alarmy pro každé pracoviště. Tyto signály jsou pouze simulovány přes modul CCI. Hodnoty proměnných jsou v systému COMES dále zpracovávány a pomocí nich jsou vypočítány další hodnoty. Na Obr. 14 je schéma zapojení pracoviště s vyznačeným PC, na kterém je instalace COMES Server. Mezi ovládacími PC a PLC probíhá komunikace přes Profinet.



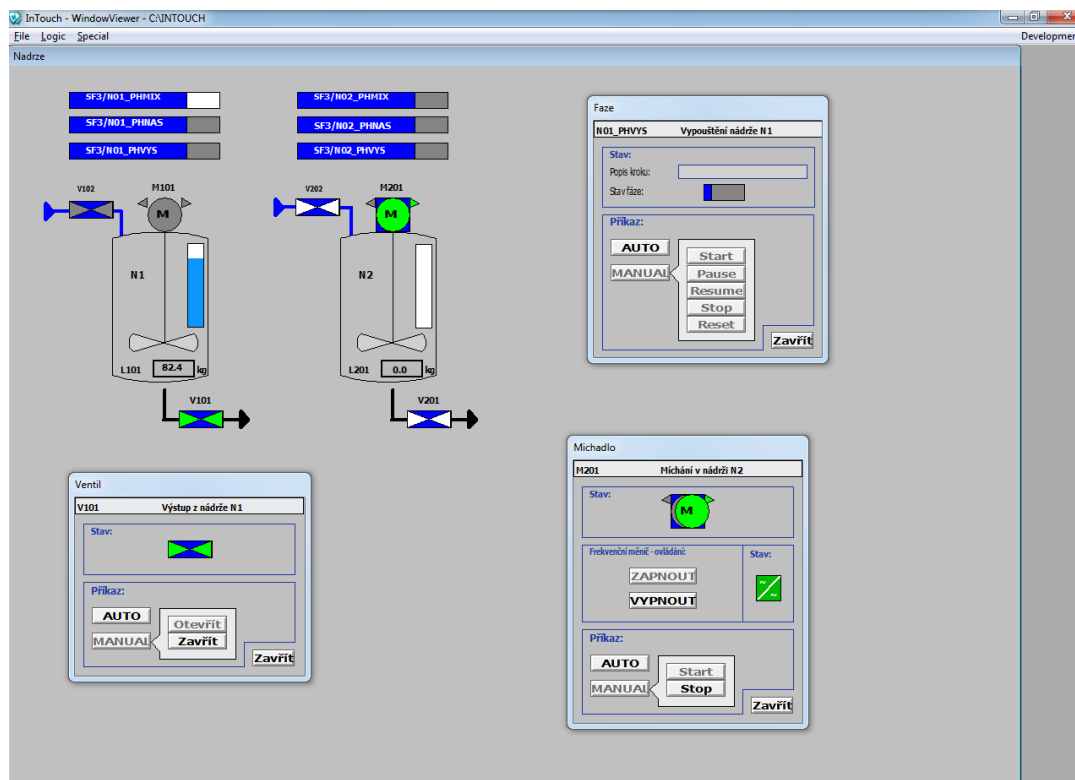
Obr. 13: Schéma pracoviště obsluhovaného jedním PLC



Obr. 14: Zapojení pracoviště v laboratoři

5.2 Prostředí Wonderware InTouch

Toto prostředí jsem měl k dispozici jako součást pracoviště a slouží k ovládání konkrétního pracoviště. Jako ovládací a vizualizační aplikaci jsem ji převzal a ve své práci neupravoval. Pro představu uvádím Obr. 15, na kterém je zobrazena aplikace vytvořená v prostředí Wonderware InTouch pro ovládání technologie.



Obr. 15: Aplikace v prostředí Wonderware InTouch, přes kterou je realizována vizualizace a ovládána technologie

5.3 Sběr dat

Sběr dat je realizován pomocí CCI serveru, přesněji modulu S7ETH pro komunikaci se systémy Siemens SIMATIC S7. Pro tento modul je nadefinován seznam tagů (tzv. taglist), tedy proměnných přenášejících z PLC do systému COMES. Tagy jsou přenášeny do modulů COMES Historian a COMES Modeller z každého pracoviště.

5.3.1 Konfigurace taglistu

V tomto seznamu jsou nadefinována jednotlivá PLC a pro každé PLC také proměnné přenášející do systému COMES. Taglist je ve formátu XML a musí nést název „taglist.xml“. V definici PLC je uvedeno ID, jméno, typ procesoru a adresa skládající se z IP adresy zařízení, čísla připojení a čísla skládajícího se ze součtu dvou čísel - čísla racku vynásobeného číslem 32 a čísla slotu. V definici jednotlivých tagů je uveden jejich název, ID, datový typ, ID PLC, adresa určující datový blok v daném PLC a paměťové místo a typ dat v tomto datovém bloku. U interních tagů je místo adresy uveden parametr memory = 1. Volitelně lze připsat parametr desc, který slouží k vložení textového popisu k danému tagu.

Příklad definice PLC a tagů:

```
<PLC id="2" name="PLC1" cpu="S7.300" addr="169.254.170.66:3.2"/>
```

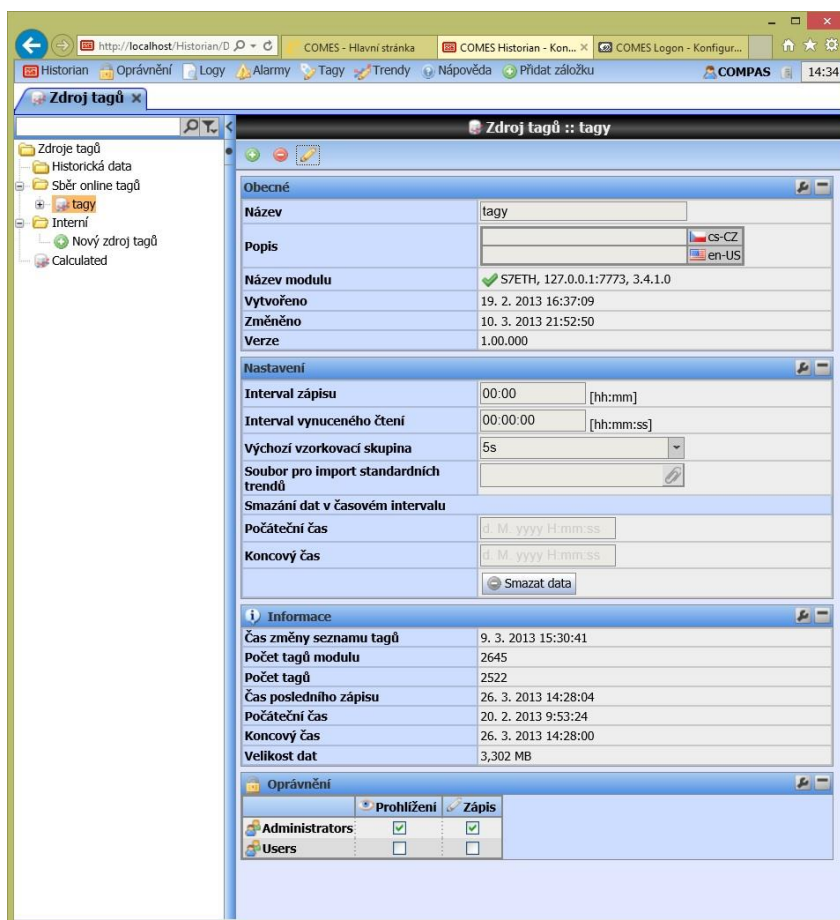


```
<TAG name="PLC1.REVIZE" id="14" type="VT_BOOL" plc="0" memory="1"
desc="signal z PLC pro vynulovani citacu promennych"/>
```

```
<TAG name="PLC1.SF3/L101.Q" type="VT_R4" id="10155" plc="2"
addr="S7:[SF3]DB101,REAL20" />
```

5.3.2 Přenos dat do COMES Historian

Čtení proměnných v modulu COMES Historian je realizováno cyklicky. V modulu jsem vytvořil zdroj tagů (Obr. 16). Tento zdroj tagů obsahuje data, která přijdou z technologie. Nadefinování tohoto zdroje je důležité pro Trendy.



Obr. 16: Konfigurace zdroje tagů

Ke Každé proměnné je v modulu přiřazena vzorkovací skupina určující vzorkovací periodu (Obr. 17). V tomto případě je zde jedna vzorkovací skupina nastavená na periodu 1s.

Název	Perioda vzorkování	Velikost bufferu	Archivovaná	Aktivní	Počet tagů	Verze	Vytvořeno	Změněno
1s	00:00:01.000	00:05:00.000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2170	1.00.000	14. 2. 2013 15:36:22	26. 3. 2013 13:48:24

Obr. 17: Konfigurace vzorkovací skupiny

S touto periodou jsou tedy čteny všechny proměnné uvedené v taglistu. Hodnoty těchto proměnných jsou využity v trendech (Obr. 18).

Vzorkovací skupina	Název	Název zdroje tagů
1s	.computer	tagy
1s	.day	tagy
1s	.hour	tagy
1s	.master	tagy
1s	.minute	tagy
1s	.month	tagy
1s	.port	tagy
1s	.second	tagy

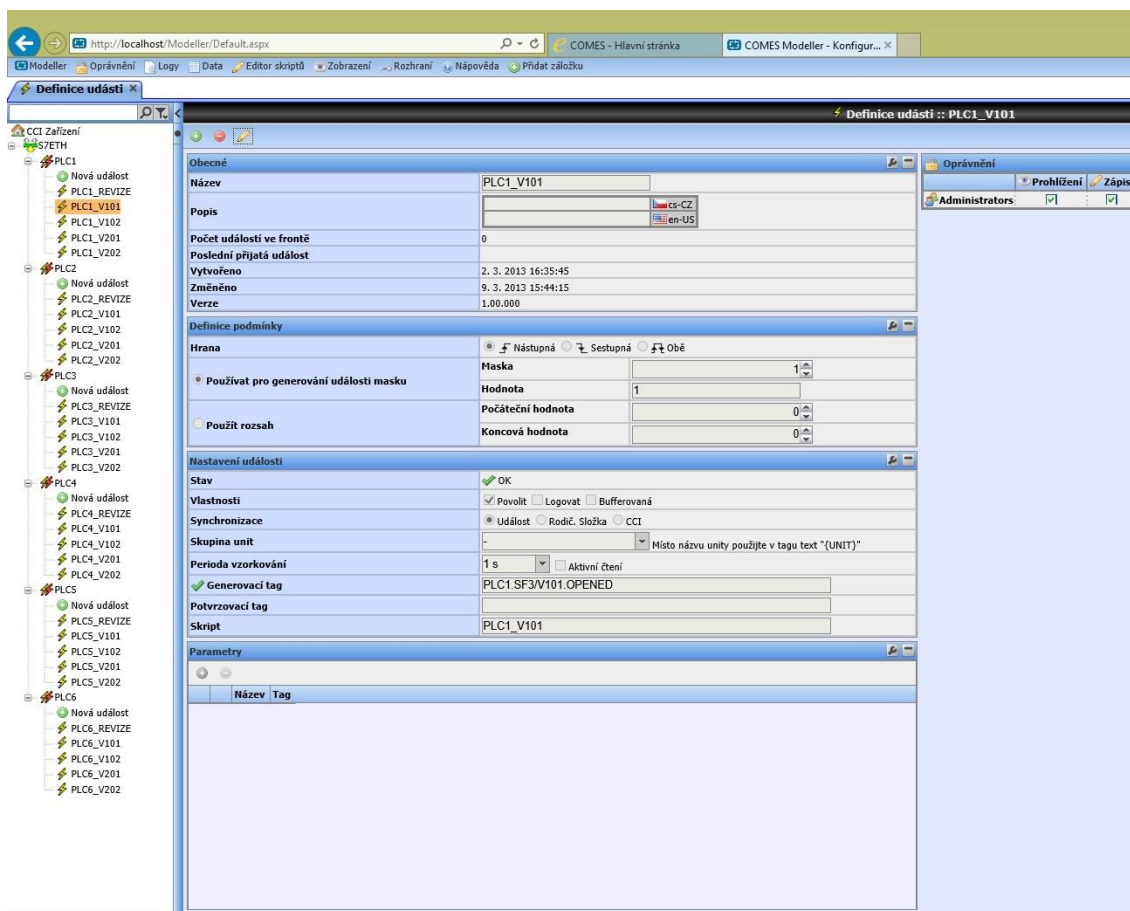
Obr. 18: Nastavení vzorkovací periody (skupiny) jednotlivých tagů

5.3.3 Přenos dat do COMES Modeller

Do tohoto modulu jsou data přenášena nepřímo tak, že je pomocí hodnoty dané proměnné, například signalizace otevření ventilu, generována událost, při které se provede algoritmus popsáný v C# skriptu (Obr. 19). Pro potřebu skriptů spouštěných pomocí časovačů jsou některé proměnné čteny přímo.

Příklad čtení tagů ze skriptu:

```
ITag PLC1_M101A = new ITag("PLC1.SF3/M101.RUNNINGA",null);
Tag.Read("S7ETH",true,PLC1_M101A);
```



Obr. 19: Vytvoření a nastavení události generované tagem z modulu CCI

5.4 Prostředí aplikace

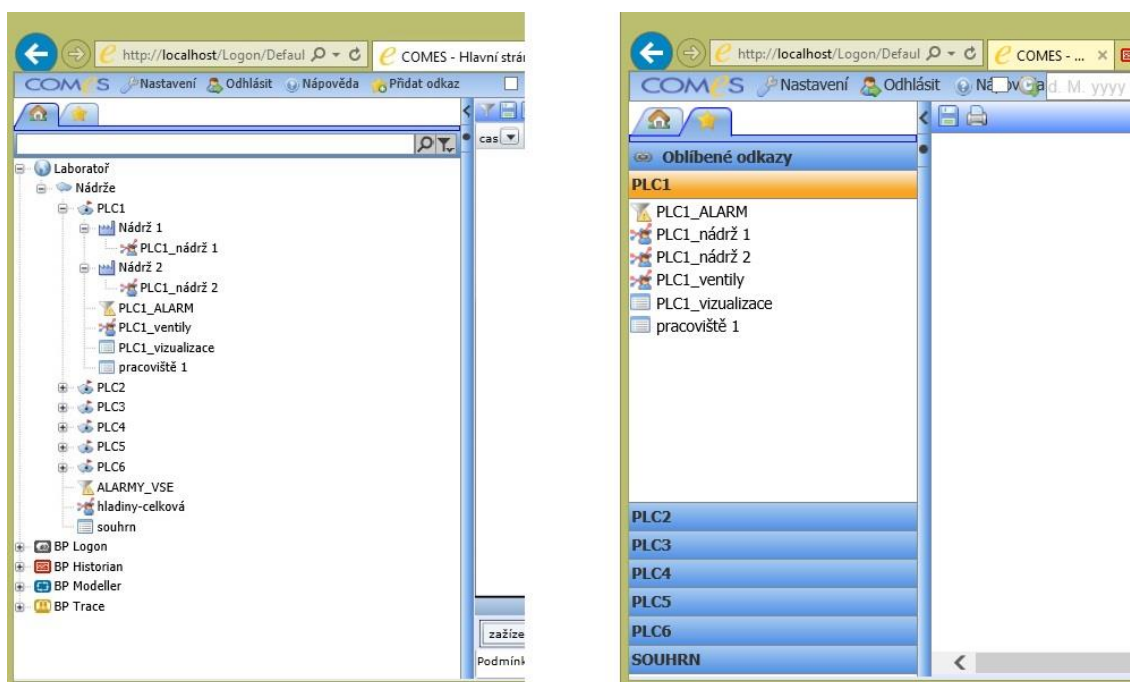
Pro přístup k serveru aplikace je nutné, aby byl na PC, ze kterého se uživatel přihlašuje, nainstalován COMES Client. Pokud se uživatel přihlašuje na PC, kde běží server, přihlašuje se k aplikaci přes webový prohlížeč.

5.4.1 Menu

Přístup k datům z pracovišť je možný přes menu, které je umístěné v levé části obrazovky. Systém COMES obsahuje 2 typy menu, mezi kterými je možné přepínat (Obr. 20). První typ menu je rozdělen podle zařízení, přičemž každé pracoviště je dále rozděleno podle nádrží. V každém zařízení je položka pro každou nádrž zvlášť. V druhém typu menu jsou položky umístěny ve složkách podle pracovišť. Obě menu obsahují stejné položky.

Pro každé pracoviště jsou vytvořeny tři trendy. Dva trendy zobrazují časový průběh všech dat sbíraných z jednotlivých nádrží. Třetí trend zobrazuje stav ventilů na jednom pracovišti v čase. Dále menu obsahuje pro každé pracoviště soupis alarmů, formulář s vypočtenými daty a vizualizaci. Pro celou technologii jsou v menu také souhrnné

výpisy alarmů, hodnot ze všech pracovišť a trend s hodnotami z hmotnostních senzorů ze všech nádrží. Oba typy menu se konfiguruje přes konfigurační část modulu COMES Logon. Pro první typ menu se konfigurace provádí přes konfiguraci modelu zařízení, kde se nadefinují jednotlivá zařízení a jejich vzájemná návaznost. Druhý typ menu se konfiguruje přes konfiguraci menu, kde se nadefinují jednotlivé záložky menu. Přiřazení jednotlivých položek do konkrétní části menu se provádí v nastavení konkrétní položky.



Obr. 20: Možnosti menu

5.4.2 Trendy

Trendy pro každé pracoviště jsem vytvořil pomocí COMES Historian. V trendech jsou nastaveny proměnné, jejichž časové průběhy mají být zobrazovány (Obr. 21). Trendy pro jednotlivé nádrže obsahují hodnoty z hmotnostního čidla nádrže, otáčky míchadla, aktuální polohu vypouštěcího a napouštěcího ventilu a binární stav ventilu. Trend pro každé PLC obsahuje průběhy stavu otevření ventilů a jejich polohu pro obě nádrže. Souhrnný trend hladiny-celková obsahuje průběhy hmotnostních čidel ze všech nádrží a PLC.

Trendy slouží hlavně pro kontrolu časového průběhu hodnot, ale jejich velkou předností je také možnost exportu dat do csv souboru (Obr. 22). Poté je možné data dále zpracovat v jiném programu, například MS Excel. Data jsou exportována v rozsahu času zobrazeném na obrazovce a je možné nastavit oddělovač hodnot (středník, čárka, nebo tabelátor), oddělovač destinných míst (čárka, nebo tečka) a případně zobrazená data převzorkovat (Obr. 23).



Obr. 21: Příklad trendu v modulu COMES Historian pro tuto aplikaci

A1	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Xaxis 1	hmotnost	rychlost míchadla	pozice vypouštěcího ventilu	signalizace otevření vypouštěcího ventilu	pozice napouštěcího ventilu	signalizace otevření napouštěcího ventilu	
2	Time	PLC1.SF3/L101.Q	PLC1.SF3/M101.SPD_PV	PLC1.SF3/V101.FB_POS	PLC1.SF3/V101.OPENED	PLC1.SF3/V102.FB_POS	PLC1.SF3/V102.OPENED	
3	5. 3. 2013 13:00	19,97	0	0	0	0	0	0
4	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
5	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
6	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
7	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
8	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
9	5. 3. 2013 13:01	19,97	0	0	0	0	0	0
10	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
11	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
12	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
13	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
14	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
15	5. 3. 2013 13:02	19,97	0	0	0	0	0	0
16	5. 3. 2013 13:03	19,97	0	0	0	0	0	0
17	5. 3. 2013 13:03	19,97	0	0	0	0	0	0
18	5. 3. 2013 13:03	19,97	0	0	0	0	0	0
19	5. 3. 2013 13:03	19,97	0	0	0	0	0	0
20	5. 3. 2013 13:03	19,98	0	0	0	0	0	0

Obr. 22: Data, která byla exportována z trendu na

Export trendu

☐ Surová data
 ☒ Přezkorkovaná data
 [d HH:mm:ss]

☒ CSV

Oddělovač hodnot
 ☐ Středník
 ☐ Čárka
 ☐ Tabulátor

Oddělovač desetinných míst
 ☐ Čárka
 ☐ Tečka

Počet desetinných míst

Obr. 23: Okno pro nastavení exportu dat z trendu

5.4.3 Alarmy

V systému je nadefinováno 14 alarmových hlášení. 7 hlášení je pro začátek alarmu a 7 pro ukončení alarmu. Zpráva určující začátek alarmu je červeně podbarvena, zpráva o ukončení je podbarvena bíle. Alarmy slouží k hlášení poruchy ventilů, překročení otáček míchadla a překročení hmotnosti v nádržích (Obr. 24).

Generování alarmů je tvořeno pomocí 7 proměnných z každého PLC. První proměnnou PLC inkrementuje, když má být v MES systému vyvolán alarm. Druhá proměnná je MES systémem nastavena na hodnotu první proměnné po přijetí alarmu. Do třetí proměnné PLC zapíše aktuální denní čas v milisekundách. Čtvrtá proměnná určuje PLC, ze kterého přichází alarm. Pátá proměnná určuje typ údaje - jestli se jedná o příchozí, nebo odchozí alarm. Šestá proměnná určuje číslo alarmu, který má být zobrazen. Do sedmé proměnné je MES systémem zapsán čas, kdy nastala událost.

Aby bylo možné zobrazit alarmy v systému, je nutné vytvořit zdroje alarmů. V mojí aplikaci je jeden zdroj alarmů nazván S7ETH. Alarmy jsou nadefinovány v xml souboru, který je nahrán do konfigurace zdroje alarmů. Pro vytvoření tohoto souboru si lze vygenerovat ze systému předlohu, ve které je hotová část nastavující globální informace. Celá konfigurace je ohraničena párovým tagem AlarmConfiguration. Je nutné upravit, případně doplnit pouze části uvozené tagy CCI, Alarm a jejich vnitřní konfigurace. Jednotlivé definice jsou odděleny párovými tagy. Nastavení PLC se provádí pomocí tagu CCI. V těle konfigurace jsou nastaveny proměnné pro generování Alarmů. Proměnná inkrementovaná pomocí PLC je uvozena tagem TagIn, potvrzovací proměnná je uvozena tagem TagOut, proměnná pro záznam času PLC je uvozena tagem TagTime. Proměnná určující PLC, ze kterého alarm přichází je uvozena tagem TagAlarmPlc, typ alarmu určuje proměnná v tagu TagAlarmStatus. Číslo určující alarmové hlášení a čas příchozího alarmu jsou definovány pomocí tagů TagAlarmNumber a TagAlarmTime. Je možné přiřadit každému PLC navíc 5 textových hodnot a 5 číselných hodnot tagy TagTxt a TagValue. Tato možnost není v této práci využita.

Jednotlivá alarmová hlášení jsou definována v těle párového tagu Alarm. Ke každému hlášení je přiřazeno PLC tagem Plc a číslo pomocí tagu Number. V definici alarmového hlášení je navíc tag Class, který umožňuje zadávat prioritu alarmů. Tato možnost není v této práci využita, proto mají všechna alarmová hlášení v tagu Class hodnotu 0.

čas	zařízení	číslo alarmu	Text
30. 3. 2013 14:57:22	PLC2	4	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N1 - konec
30. 3. 2013 14:57:06	PLC1	2	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:56:30	PLC1	5	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:56:48	PLC2	3	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N1
30. 3. 2013 14:56:35	PLC2	2	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:56:28	PLC3	3	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:54:03	PLC1	6	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N2 - konec
30. 3. 2013 14:53:59	PLC1	5	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N2
30. 3. 2013 14:53:51	PLC1	4	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N1 - konec
30. 3. 2013 14:53:46	PLC1	3	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N1
30. 3. 2013 14:53:40	PLC1	2	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:53:38	PLC1	1	prekročení maximálních povolených otacek michadla - konec
30. 3. 2013 14:53:14	PLC1	6	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N2 - konec
30. 3. 2013 14:53:01	PLC1	5	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N2
30. 3. 2013 14:52:54	PLC1	4	prekročení přípustné hmotnosti v nádrži N1 - konec

Obr. 24: Zobrazení alarmů v aplikaci

Příklad definice manuálně upravené části konfiguračního souboru v mojí práci:

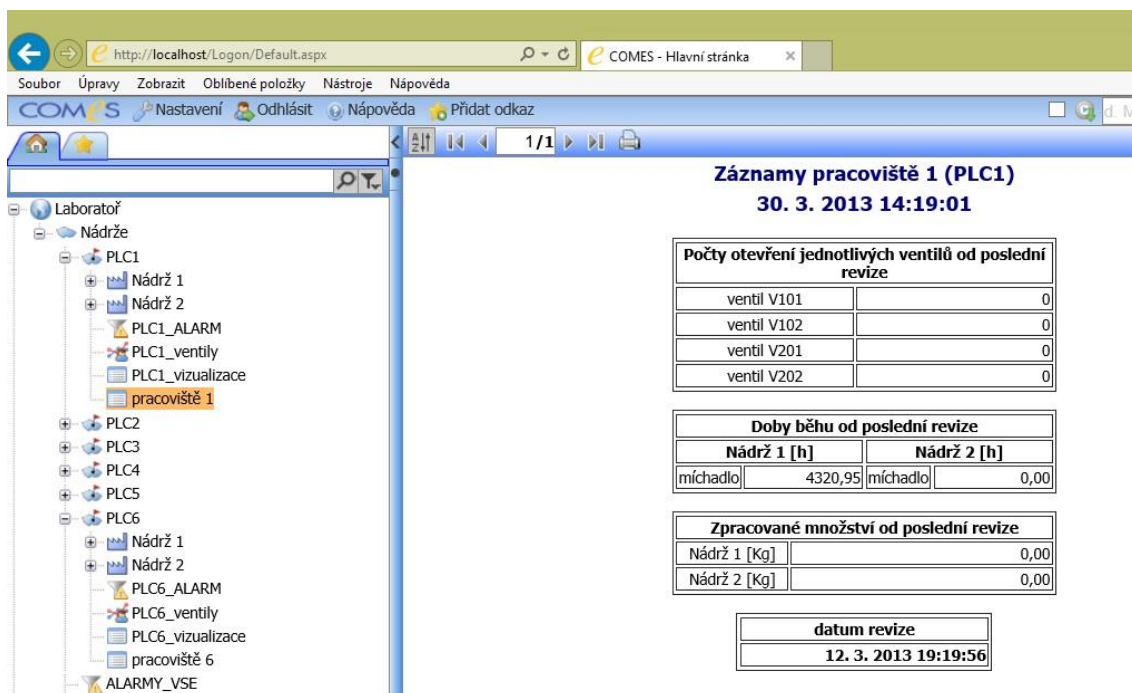
```

<CCI>
  <Plc>1</Plc>
  <TimeUnitSize>1</TimeUnitSize>
  <TagIn>PLC6.ALARM.CITAC_IN</TagIn>
  <TagOut>PLC6.ALARM.CITAC_OUT</TagOut>
  <TagTime>PLC6.ALARM.PLC_TOD</TagTime>
  <TagAlarmPlc>PLC6.ALARM.PLC_ID</TagAlarmPlc>
  <TagAlarmStatus>PLC6.ALARM.MESSAGE_TYPE</TagAlarmStatus>
  <TagAlarmNumber>PLC6.ALARM.NUMBER</TagAlarmNumber>
  <TagAlarmTime>PLC6.ALARM.SYSTEM_TOD</TagAlarmTime>
  <TagTxt1 />
  <TagTxt2 />
  <TagTxt3 />
  <TagTxt4 />
  <TagTxt5 />
  <TagValue1 />
  <TagValue2 />
  <TagValue3 />
  <TagValue4 />
  <TagValue5 />
</CCI>
<Alarm>
  <Plc>1</Plc>
  <Number>1</Number>
  <Text> prekročení maximálních povolených otacek michadla</Text>
  <Class>0</Class>
</Alarm>
</AlarmConfiguration>

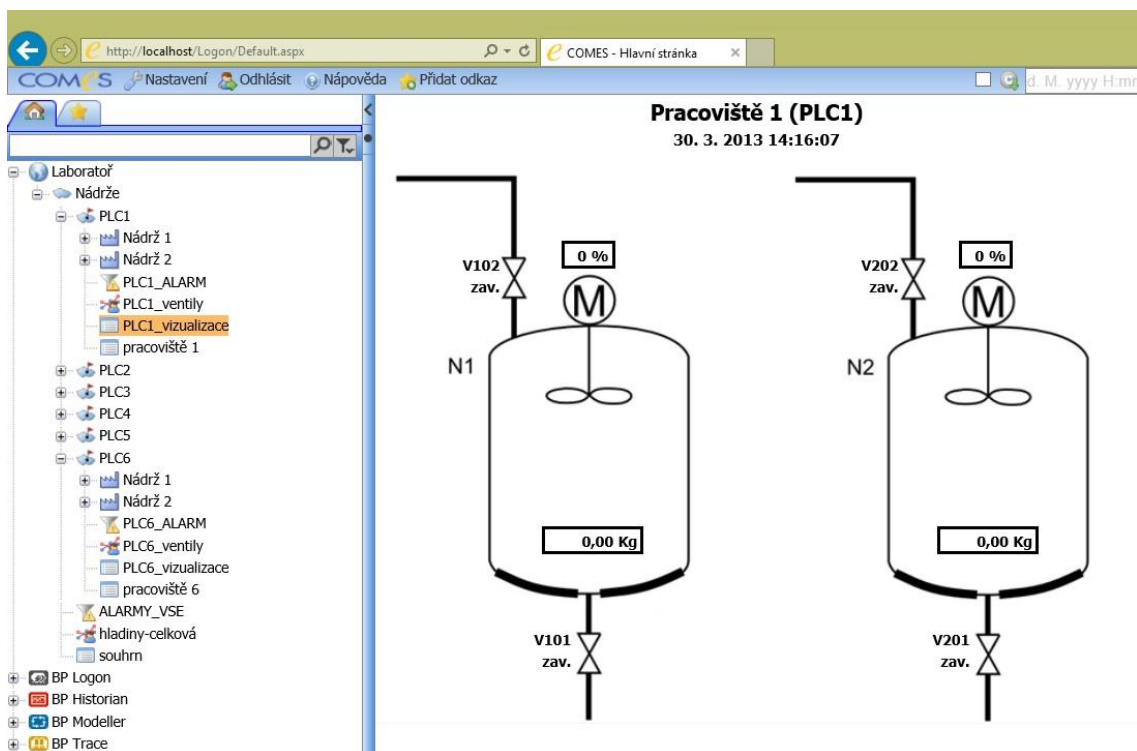
```

5.4.4 Vizualizace a protokoly

Pro každé pracoviště je vytvořen protokol pomocí modulu COMES Modeller, ve kterém jsou vypočtená data. Na Obr. 25 jsou konkrétně zaznamenávány počty sepnutí (otevření) ventilů a motohodiny (doba chodu) pohonu míchadla. Jsou to v provozu velmi důležité informace, umožňující včasnou profylaktiku používaných zařízení. Dále je stejným principem vytvořena vizualizace zobrazující aktuální stav technologie (Obr. 26). Vizualizace je vytvořena pro každé pracoviště zvlášť a zobrazuje hodnoty pouze v případě spuštěného CCI serveru. Protokoly jsou také vytvořeny pro každé pracoviště zvlášť, ale navíc je přidán souhrnný protokol pro všechna pracoviště. Protokoly zobrazují data stále. Z tohoto prostředí nelze technologii ovládat, pouze sledovat stav.



Obr. 25: Výpis vypočtených dat z pracoviště



Obr. 26: Vizualizace pracoviště

5.5 Zálohování dat

5.5.1 Dlouhodobá záloha pomocí COMES Logon

Data z programu jsou zálohována několika způsoby. První způsob je pomocí dlouhodobé zálohy nastavené v modulu COMES Logon (Obr. 27), kdy jsou zálohovány alarmy a trendy z modulu COMES Historian a logy a konfigurace všech modulů. Tuto zálohu je poté možné opět nahrát do systému, případně otevřít v nové instalaci systému COMES. Proto je tato záloha užitečná hlavně při měnění HW serverového PC s nutností nové instalace operačního systému, nebo pro rychlou náhradu serverového PC za jiné. Pokud chceme načíst zálohu ze souboru do systému, je nutné přes záložku Zálohování a položku Zálohování a obnova v konfiguraci modulu COMES Logon importovat soubor se zálohou.

Název	Modul	Perioda	Počet záloh	Čas	Konfigurace	Data	Alarmy	Trendy	Log soubory	UNC cesta
BACKUP_HIST	BP Historian	Měsíc	24	1 00:00:01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D:\COMES\BP\backu
BACKUP_LOG	BP Logon	Měsíc	24	1 00:00:01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D:\COMES\BP\backu
BACKUP_MOD	BP Modeller	Měsíc	24	1 00:00:01	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	D:\COMES\BP\backu

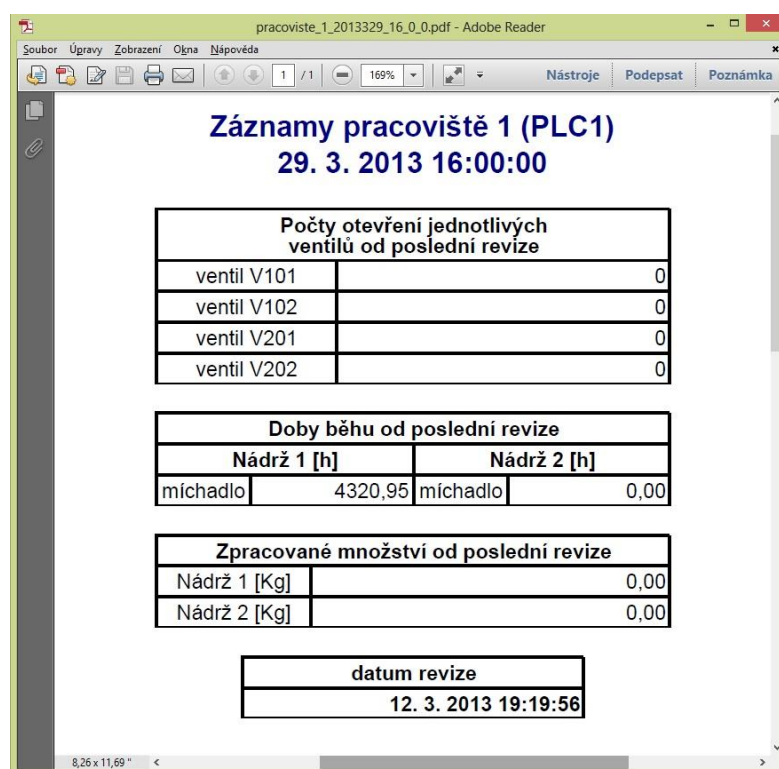
Obr. 27: Konfigurace dlouhodobého zálohování dat

5.5.2 Záloha pomocí COMES Modeller

Formuláře s vypočtenými daty jsou pravidelně ukládány do PDF souboru na serverovém PC, případně je možné je uložit do PDF v případě potřeby přes webové rozhraní na PC, přes které je uživatel přihlášen. Pokud je vypnuto PC, na kterém běží systém COMES, provede se tisk formuláře po zapnutí PC (Obr. 28).

Pro automatický tisk do PDF jsem v systému vytvořil skripty v jazyce C#. Při každém uložení je proveden záznam o uložení do SQL tabulky PDF_tisk (Obr. 29). Je zaznamenáváno datum, cesta k souboru a název formuláře. Automaticky je zaznamenáno číslo záznamu do určité tabulky ve sloupci p_id. Hodnoty pro jednotlivá zařízení ukládané do PDF jsou také uloženy do SQL tabulek s názvy PLC1 až PLC6 (Obr. 30). V těchto tabulkách jsou zálohovány i signály revizí zařízení. Opět je ukládáno datum zápisu, zapisovaná proměnná a její hodnota. Automaticky je zaznamenáno číslo záznamu do určité tabulky ve sloupci p_id.

Tyto tabulky mohou zobrazovat všichni uživatelé a je možné nastavit filtr hodnot pro lepší orientaci, ale prvotně jsou tabulky určeny pro zálohu hodnot při případné ztrátě PDF souborů. Velkou výhodou tabulek je možnost prohlédnutí hodnot v určitém datu i před revizemi zařízení.



The screenshot shows a PDF document titled "Záznamy pracoviště 1 (PLC1)" with a timestamp "29. 3. 2013 16:00:00". It contains several tables of data related to a work station (PLC1).

Počty otevření jednotlivých ventilů od poslední revize	
ventil V101	0
ventil V102	0
ventil V201	0
ventil V202	0

Doby běhu od poslední revize			
Nádrž 1 [h]		Nádrž 2 [h]	
míchadlo	4320,95	míchadlo	0,00

Zpracované množství od poslední revize	
Nádrž 1 [Kg]	0,00
Nádrž 2 [Kg]	0,00

datum revize
12. 3. 2013 19:19:56

Obr. 28: Výpis dat z pracoviště vyexportovaný do PDF

p_id	Datum	Soubor	Formular
174	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\souhrn\souhrn_2013326_14_22_52.pdf	souhrn
175	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_1\pracoviste_1_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_1
176	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_2\pracoviste_2_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_2
177	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_3\pracoviste_3_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_3
178	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_4\pracoviste_4_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_4
179	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_5\pracoviste_5_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_5
180	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_6\pracoviste_6_2013326_14_22_55.pdf	pracoviste_6
181	26. 3. 2013 14:22	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\souhrn\souhrn_2013326_14_22_55.pdf	souhrn
182	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_1\pracoviste_1_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_1
183	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_2\pracoviste_2_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_2
184	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_3\pracoviste_3_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_3
185	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_4\pracoviste_4_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_4
186	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_5\pracoviste_5_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_5
187	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_6\pracoviste_6_2013326_18_53_33.pdf	pracoviste_6
188	26. 3. 2013 18:53	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\souhrn\souhrn_2013326_18_53_33.pdf	souhrn
189	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_1\pracoviste_1_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_1
190	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_2\pracoviste_2_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_2
191	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_3\pracoviste_3_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_3
192	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_4\pracoviste_4_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_4
193	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_5\pracoviste_5_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_5
194	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_6\pracoviste_6_2013327_16_17_40.pdf	pracoviste_6
195	27. 3. 2013 16:17	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\souhrn\souhrn_2013327_16_17_40.pdf	souhrn
196	28. 3. 2013 18:15	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_1\pracoviste_1_2013328_18_15_28.pdf	pracoviste_1
197	28. 3. 2013 18:15	d:\COMES\BP\Modeller\www\Par\pracoviste_2\pracoviste_2_2013328_18_15_28.pdf	pracoviste_2

Obr. 29: Soupis formulářů vyexportovaných do PDF

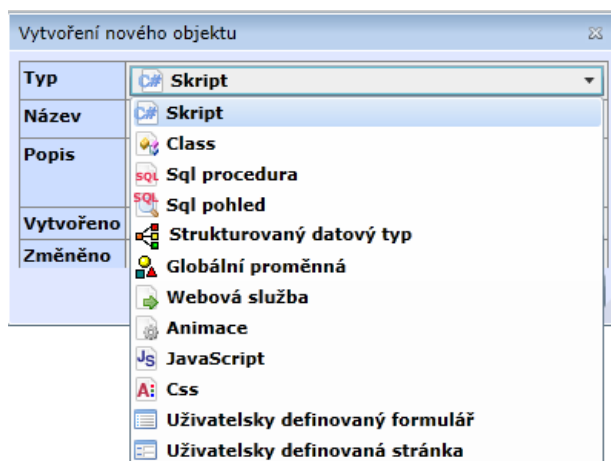
p_id	Datum	Proměnná	Hodnota
226	27. 3. 2013 16:17:40	V101	0
227	27. 3. 2013 16:17:40	V102	0
228	27. 3. 2013 16:17:40	V201	0
229	27. 3. 2013 16:17:40	V202	0
230	27. 3. 2013 16:17:40	M101	4320,9546666668
231	27. 3. 2013 16:17:40	M201	0
232	27. 3. 2013 16:17:40	L101	0
233	27. 3. 2013 16:17:40	L201	0
234	28. 3. 2013 18:15:27	V101	0
235	28. 3. 2013 18:15:28	V102	0
236	28. 3. 2013 18:15:28	V201	0
237	28. 3. 2013 18:15:28	V202	0
238	28. 3. 2013 18:15:28	M101	4320,9546666668
239	28. 3. 2013 18:15:28	M201	0
240	28. 3. 2013 18:15:28	L101	0
241	28. 3. 2013 18:15:28	L201	0

Obr. 30: Data z pracovišť uložená v databázi. Ukládání probíhá souběžně s exportem do PDF

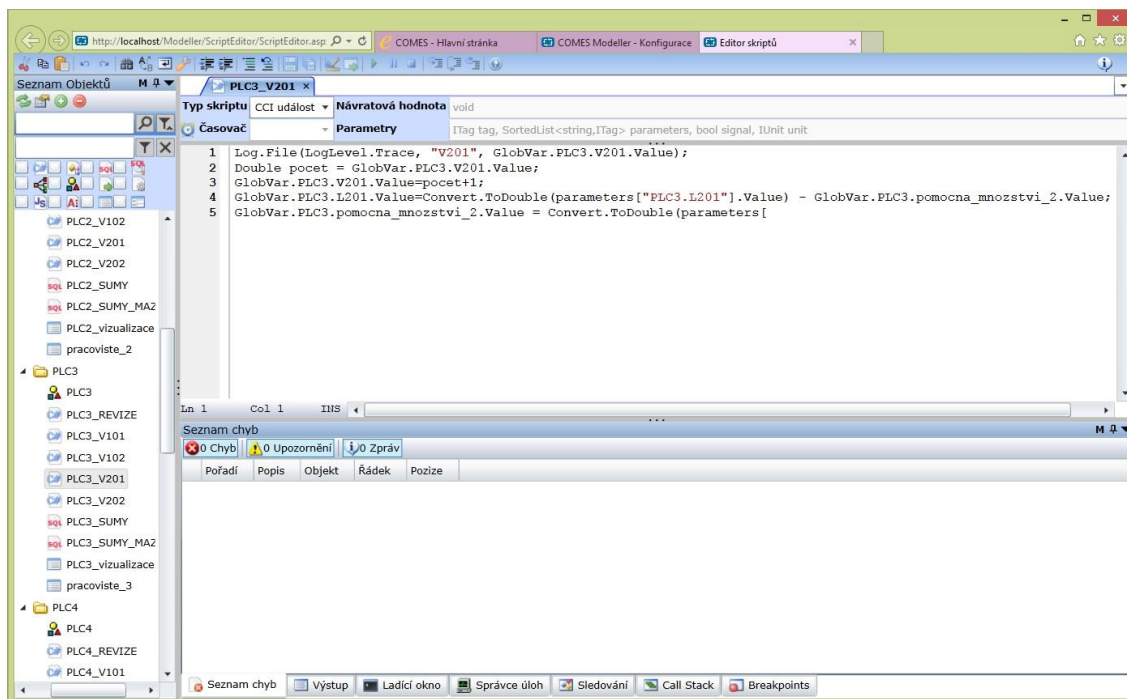
5.6 Skripty a formuláře

Tvorba vizualizace, souhrnných protokolů a ostatních skriptů je realizována v modulu COMES Modeller pomocí editoru skriptů. Na Obr. 32 je okno editoru skriptů skládající se z několika částí. Menu nacházející se v levé části obrazovky slouží ke správě skriptů. Lišta s nástroji v horní části obrazovky slouží hlavně pro přepínání zobrazení a celkové správě editoru. Lišta pro editaci parametrů skriptu a přepínání mezi otevřenými skripty je umístěna vpravo vedle menu pod lištou pro editaci parametrů. Nejdůležitější částí je okno pro tvorbu kódu umístěné pod lištou pro přepínání skriptů. V dolní části obrazovky vpravo vedle menu je okno určené pro ladění skriptu.

Z mnoha typů skriptů, které je možné v tomto editoru vytvořit (Obr. 31), jsou v této práci využity hlavně skripty v jazyce C#, dále SQL procedury, Strukturované datové typy, Globální proměnné a uživatelsky definované formuláře.



Obr. 31: Seznam skriptů, které je možné vytvořit v editoru skriptů



Obr. 32: Editor skriptů

Vizualizace i protokoly jsou vytvořeny v jazyce HTML. Výpočty hodnot pro protokoly jsou prováděny pomocí skriptů v C#. K výpočtům je využit strukturovaný datový typ nazvaný Pracoviste (Obr. 33). Ve struktuře jsou zakomponovány proměnné, které jsou využity k výpočtům pro jedno pracoviště. Globální proměnná tohoto typu je tedy vytvořena jedna pro každé pracoviště. Pro výpočet počtu otevření ventilů je využito událostí, kdy je při otevření ventilu spuštěn skript pro konkrétní ventil a je inkrementována globální proměnná. Při každém otevření je zanesen záznam do logovacího souboru. Podobný typ skriptu řeší signál revize. Tento skript vynuluje číací proměnné pro pracoviště, ze kterého signál přichází. Do SQL databáze a logovacího souboru je proveden záznam o této operaci.

Název	Datový typ	Pole	Výchozí hodnota	Popis	Formátovací maska	Ukládat stav
L101	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
L201	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
M101	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
M201	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
pomocna_mnozstvi_1	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
pomocna_mnozstvi_2	Double	0	0,000000		0.00	<input checked="" type="checkbox"/>
revize	DateTime	00:00:00	1. 1. 0001			<input checked="" type="checkbox"/>
V101	Double	0	0,000000		0	<input checked="" type="checkbox"/>
V102	Double	0	0,000000		0	<input checked="" type="checkbox"/>
V201	Double	0	0,000000		0	<input checked="" type="checkbox"/>
V202	Double	0	0,000000		0	<input checked="" type="checkbox"/>

Obr. 33: Strukturovaný datový typ Pracoviste.

Obr. 34: Formulář pro vytvoření časovače.

Doba běhu míchadel je řešena přímým čtením tagů skriptem, který je spouštěn každých 10 sekund pomocí časovače (Obr. 34). Je kontrolován běh míchadla v obou směrech. Pokud míchadlo běží, je inkrementována proměnná.

Dalším součtovým parametrem je celkové zpracované množství. K jeho výpočtu je využito událostí pro načítání počtu otevření ventilů. Při otevření napouštěcího ventilu je proveden záznam hodnoty z hmotnostního senzoru do pomocné proměnné. Při otevření vypouštěcího ventilu je tato hodnota odečtena od aktuální hodnoty a přičtena k celkovému množství napočítaném od posledního signálu revize.

Pro tisk do PDF jsem vytvořil další skript a pomocný skript pro jeho opakované volání. Tyto skripty využívají možnosti tisknout uživatelský formulář do PDF na předem určené umístění na disku PC. Skript pro volání tisku je volán z pomocného skriptu 7x – pro každé pracoviště 1x a 1x pro souhrnné záznamy. Pomocný skript je spouštěn pomocí časovače 1x za 24 hodin. Do skriptu pro tisk je předáván název pracoviště a aktuální čas. Na Obr. 35 je zobrazen skript pro tisk PDF s částí okna editoru skriptů umožňující nastavení parametrů skriptu. Při neúspěšném zápisu je zapsána zpráva o neúspěšném tisku do logovacího souboru. Obrazovku umožňující zobrazení logovacího souboru na Obr. 36.

Typ skriptu	Uživatelsky definovaný	Návratová hodnota	void
Časovač		Parametry	String form_name, DateTime time

```
1 IUserForm form = Config.GetUserFormByName(form_name);
2 if (form != null)
3 {
4     Dictionary<string, object> parameters = new Dictionary<string, object>();
5     parameters["Year"] = time.Year;
6     parameters["Month"] = time.Month;
7
8     IUser printUser = Config.GetUserByLoginName("Obsluha");
9     string pdf_nazev = "";
10
11
12     pdf_nazev = @"d:\COMES\BP\Modeller\www\Pdf\" + form_name+"\" + form_name + "_" + time.Year.ToString() + ".pdf";
13     form.PrintPDF(pdf_nazev, parameters, null, printUser);
14     SqlProc.PDF_TISK_DATUM.Execute(DateTime.Now, pdf_nazev, form_name);
15 }
16 return;
```

Obr. 35: Skript pro tisk PDF v okně editoru skriptů

Modeller Oprávnění Logy Data Editor skriptů Zobrazení Rozhraní Návod Přidat záložku					
Prohlížení logu					
Prohlížení logu :: 1 - 100 / 25. 3. 2013 15:49:01 - 18. 4. 2013 17:58:23					
Velikost stránky 100 Čas d. M. yyyy HH:mm:ss - d. M. yyyy HH:mm:ss					
Úroveň hlášení <input type="checkbox"/> None <input checked="" type="checkbox"/> Error <input checked="" type="checkbox"/> Warning <input type="checkbox"/> Info <input type="checkbox"/> Debug <input type="checkbox"/> Trace <input type="checkbox"/> All					
Původ hlášení <input checked="" type="checkbox"/> Systém <input type="checkbox"/> Aplikace <input type="checkbox"/> Uživatelské hlášení					
ID	Čas	ID	Zdroj	Typ	Text
1	18. 4. 2013 17:58:23.124	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
2	18. 4. 2013 17:58:23.021	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
3	18. 4. 2013 17:58:22.911	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
4	13. 4. 2013 22:30:06.214	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
5	13. 4. 2013 22:30:06.137	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
6	13. 4. 2013 22:30:05.995	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
7	4. 4. 2013 22:08:04.326	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
8	4. 4. 2013 22:08:04.299	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
9	4. 4. 2013 22:08:04.270	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
10	31. 3. 2013 15:06:14.267	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
11	31. 3. 2013 15:06:14.241	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
12	31. 3. 2013 15:06:14.214	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
13	31. 3. 2013 14:31:24.498	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
14	31. 3. 2013 14:31:24.460	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
15	31. 3. 2013 14:31:24.420	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
16	31. 3. 2013 11:34:48.842	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
17	31. 3. 2013 11:34:48.795	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
18	31. 3. 2013 11:34:48.746	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
19	30. 3. 2013 13:59:51.479	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
20	30. 3. 2013 13:59:51.386	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
21	30. 3. 2013 13:59:51.360	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.
22	29. 3. 2013 14:53:11.985	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Current	Trace	Current status initialized.
23	29. 3. 2013 14:53:11.936	0	Compas.TraceLib.Trace.get_Db	Trace	Db status initialized.
24	29. 3. 2013 14:53:11.895	0	Compas.COMES.LicenceManager..ctor	LicenceManager	Licence file D:\COMES\BP\Modeller\CFG\Trace.lic does not exist.

Obr. 36: Obrazovka prohlížení logu

5.6.1 Uživatelské účty

Pro přístup do systému jsou v modulu COMES Logon vytvořeny 2 uživatelské účty. Prvním je administrátorský účet Admin vytvořený v základní uživatelské skupině Administrators, který umožňuje neomezenou editaci systému. Dalším účtem je účet Obsluha vytvořený v uživatelské skupině Users. Tento účet umožňuje prohlížet alarmy, vizualizace, trendy, protokoly, SQL databáze a některá nastavení. Jeho práva jsou nastavena tak, aby nebylo možné konfigurovat systém. V systému je napevno zabudován konfigurační účet firmy Compas, který je v uživatelské skupině Administrators a má tedy stejná práva, jako účet Admin.

Pro uživatele je možné v administrátorském účtu nastavit přístupová práva. V případě této práce jsou práva pro uživatelskou skupinu Users nastavena tak, aby mohla obsluha nahlížet do celého systému, ale zápis nemá povolen (Obr. 37 – sloupec

Users). Pokud se jedná o uživatele z jiné uživatelské skupiny, než Administrators (v případě této práce se jedná o skupinu Users), je nutné navíc nastavit časové oprávnění v modulu COMES Logon pro přístup do aplikace. Toto časové oprávnění lze nastavit pro různé části systému, takže například v časovém období provádění revize zařízení může být dopředu nastaven přístup k částem systému běžně pro obsluhu nedostupným (Obr. 38). Nastavení se provádí v konfiguraci jednotlivých modulů systému. Z Obr. 37 je patrné, že skupina Administrators má možnost zápisu do všech částí daného modulu (v tomto případě modul COMES Historian) s výjimkou položek Audit Trail a prohlížení logu, do kterých může zapisovat pouze systém, proto by k tomuto účtu měla mít přístup pouze pověřená osoba s důkladnou znalostí systému.

	Administrators	Users
Historian		
Zobrazení alarmů		
Zobrazení trendů		
Vlastnosti modulu		
Databáze		
Stav systému		
Vyhledávání objektů		
Hierarchie		
Oprávnění		
Nastavení přístupu ke stránkám		
Časová oprávnění		
Logy		
Audit Trail		
Prohlížení logu		
Alarmy		
Zdroje alarmů		
Tabulky barev		
Tagy		
Zdroje tagů		
Vzorkovací skupiny		
Vzorkování tagů		
Skripty		
Trendy		
Tabulky barev		

Obr. 37: Přehled přístupu ke stránkám pro skupiny uživatelů

Název	Složka modelu	Uživatelská skupina	Počáteční čas	Koncový čas	Verze	Vytvořeno	Změněno
Laboratoř		Users	27. 3. 2013 0:00:00	25. 11. 2017 11:00:00	1.00.000	27. 3. 2013 19:52:45	27. 3. 2013 19:52:45

Obr. 38: Nastavení časového oprávnění

6 ZÁVĚR

Aplikaci se podařilo úspěšně nakonfigurovat. Jednotlivé části systému byly tvořeny s důrazem na jednoduchost a přehlednost ovládání a možnost případného dalšího rozšíření. Požadavky v zadání byly splněny. Přenos dat z PLC byl otestován v laboratoři. Zpracování dat bylo testováno simulací příchodu dat. Aplikace byla konfigurována tak, aby byla oddělena jednotlivá pracoviště. Tato vlastnost může být nevýhodou, pokud by měl systém v budoucnu sloužit zároveň jako operátorské pracoviště, ale nyní je aktuální řešení přehlednější. Pro možnost tvorby operátorského pracoviště bych v budoucnu vytvořil formulář se zjednodušenou vizualizací všech pracovišť na jedné stránce, čímž by se zkombinovaly přednosti obou výše naznačených možností.

Práce s daty byla přizpůsobena pro jejich další možné zpracování a export do jiných aplikací. Konfigurace modulů COMES Logon a COMES Modeller probíhala bez problémů. U modulu COMES Historian vyvstaly problémy s konfigurací alarmů, protože zpracování alarmů se od alarmů například v PLC značně liší. Nejobtížnější při tvorbě této práce bylo pochopit jednotlivé funkce a možnosti systému MES, který se od systémů SCADA liší hlavně možnostmi přístupu k datům a alarmům a k jejich zpracování a také velkým rozsahem možností práce s daty.

Aplikaci by do budoucna bylo vhodné rozšířit o možnost ovládání technologie, případně alespoň zastavení technologie. Dále by bylo vhodné rozšířit počty alarmů pro lepší přehlednost systému a rychlost odstranění poruch, případně rozšířit komunikaci se systémem Wonderware InTouch, pro zvětšení rozsahu sběru dat a zvýšení kontroly nad systémem. Data přijatá a zpracovaná v systému by bylo dobré do budoucna vyhodnocovat a zobrazovat v grafech a tabulkách a sloupcových diagramech. Zvláštní důraz bych kladl na možnost exportu dat pro jiné aplikace.

LITERATURA

- [1] MESA INTERNATIONAL. *Manufacturing Enterprise Solutions Association International* [online]. 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://www.mesa.org/en/index.asp>
- [2] MES. COMPAS S.R.O. *COMPAS AUTOMATIZACE CZ* [online]. Žďár nad Sázavou, 2012 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: http://www.compas.cz/web.aspx?page=7ce84790_77f9_498b_8633_b02c537021b5
- [3] Norma ISA S95 – dodavatelé se zajímají, uživatelé tápou. *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. Praha: FCC Public, 2002 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28636
- [4] Manufacturing Execution System MES: respond in real time - Siemens. SIEMENS AG. *Siemens Global Website* [online]. 1996-2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/en/manufacturing-execution-system-mes/Pages/Default.aspx>
- [5] MES Components - Manufacturing Execution System - Siemens. SIEMENS AG. *Siemens Global Website* [online]. 1996-2012 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com/mcms/mes/en/mescomponents/Pages/Default.aspx>
- [6] Laboratory information management system. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 12 December 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Laboratory_information_management_system
- [7] Supply Chain Management. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 9. 11. 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Supply_Chain_Management
- [8] Product Lifecycle Management. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 21.11.2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Product_Lifecycle_Management

- [9] Press Pictures - Siemens Global Website. SIEMENS AG. *Siemens Global Website* [online]. 2007, 07.04.2011 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://www.siemens.com/press/en/presspicture/index.php?content%5b%5d=CC&content%5b%5d=I&content%5b%5d=ICS&content%5b%5d=IDT&content%5b%5d=IIA&content%5b%5d=IMT&search=industry%20solutions&intern=1&view=list&type=0&tag=&hit=27&content_0=CC&content_1=I&content_2=ICS&content_3=IDT&content_4=IIA&content_5=IMT&sheet=8
- [10] PANTEK (CS) S.R.O. *PANTEK: Výrobní inteligence v průmyslové automatizaci* [online]. 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://pantek.cz/>
- [11] Wonderware Information Server. INVENSYS PLC. *Pantek (CS) s.r.o.: Software pro průmyslové aplikace – HMI / SCADA, MES, OEE* [online]. 2012 [cit. 2012-12-30]. Dostupné z: <http://www.pantek.cz/produkty/wonderware-information-server/>
- [12] INVENSYS PLC. *Wonderware: Výrobní inteligence v průmyslové automatizaci* [online]. 2009 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://wonderware.cz/>
- [13] Good Automated Manufacturing Practice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 14 June 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Good_Automated_Manufacturing_Practice
- [14] ISPE Good Practice Guide: Good Engineering Practice. *ISPE Good Practice Guide: Good Engineering Practice* [online]. 2008, 29 September 2011 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: <http://www.ispe.org/ispe-good-practice-guides/good-engineering-practice>
- [15] Good engineering practice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 3 August 2012 [cit. 2012-12-29]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Good_engineering_practice
- [16] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES: Úvod do systému* [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 12 s. CO_GE_INTR_CZ.pdf.
- [17] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: Úvod do systému*. Roman Brázda. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2009. MES11-D-10-08-AA-COMES_Uvod_CZ.pptx.

- [18] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES Logon: Příručka pro nastavení*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 31 s. CL_GS_CZ.pdf.
- [19] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: Modul Logon*. Roman Brázda. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2009. MES10-D-10-02-01-COMES_Logon_CZ.pptx.
- [20] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES CCI: Příručka pro nastavení*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011. 33 s. CC_GS_CZ.pdf.
- [21] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: Modul CCI*. Roman Brázda. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2009. MES10-D-10-04-01-COMES_CCI_CZ.pptx.
- [22] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES Historian: Příručka pro nastavení*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 45 s. CH_GS_CZ.pdf.
- [23] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: Modul Historian*. Roman Brázda. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2009. MES10-D-10-03-01-COMES_Historian_CZ.pptx.
- [24] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES Modeller: Editor skriptů*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 56 s. CM_GE_SCED_CZ.pdf..
- [25] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES Modeller: Příručka pro nastavení*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 49 s. CM_GS_CZ.pdf.
- [26] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: Modul Modeller*. Roman Brázda. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2009. MES10-D-10-07-01-COMES_Modeller_CZ.pptx.
- [27] COMPAS S.R.O. *Výrobní informační systém COMES verze 3: COMES: Příručka pro uživatele*. [firemní dokument]. Žďár nad Sázavou, 2011, 61 s. CO_GU_CZ.pdf.
- [28] ING. KUPČÍK, Michal. VUT BRNO. *Návod k laboratorím z předmětu MAUP*. Brno, 2012, 27 s. MAUP_navod.pdf
- [29] Výrobní informační systémy (MES). ICZ A.S. *Integrovaná softwarová a síťová řešení - ICZ* [online]. 2013 [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.i.cz/co-delame/vyroba/aplikace-pro-vyrobu/vyrobni-informacni-system-mes-31/>
- [30] UNIS A.S. *PHARIS®, Výrobní informační systém* [online]. [2013] [cit. 2013-04-23]. Dostupné z: <http://www.pharis.cz/cs/MES-PHARIS-hlavni-stranka>

Seznam zkratek

MES – manufacturing execution system (výrobní informační systém)

PLC – programmable logic controller (programovatelný logický automat)

SCADA – supervisory control and data acquisition (dispečerské řízení a sběr dat)

HMI – human machine interface (rozhraní mezi člověkem a strojem)

ERP – enterprise resource planning (ekonomický informační systém)

PCS – řízení technologických procesů

MESA – manufacturing enterprise solutions association (globální komunita výrobců, producentů a představitelů průmyslu)

SCM – supply chain management (řízení dodavatelského řetězce)

PLM – product lifecycle management (správa životního cyklu výrobku)

LIMS – laboratory information management system (laboratorní informační systém)

GEP – good engineering practice (ověřené a uznávané inženýrské a technické činnosti)

GAMP – good automated manufacturing practice (soubor pokynů pro výrobce ve farmaceutickém průmyslu)

ISPE – international society for pharmaceutical engineering (mezinárodní společnost pro farmaceutické inženýrství)

CCI – COMES communication interface (komunikační modul systému COMES)

VAT – variable table (tabulka proměnných)

OPC - OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control (Standardy definující komunikaci)

Seznam příloh

Příloha 1. DVD obsahující soubory aplikace COMES, ukázky dat exportovaných do PDF a elektronickou verzi bakalářské práce